

Lith.

431

uh

Lith. 431 uh

Völger

Eine fassliche **angewandte** Darstellung
des
jetzigen Standes der Krystallologie
und ihrer neuesten Richtung.

Ein Beitrag
zur Geschichte dieser Wissenschaft
und
zur Kenntniss der Steinsalz-Lagerstätten und ihrer Bildung.

Von

G. H. Otto Volger,

Ehrenmitglied des naturwissenschaftlichen Vereins in Lüneburg.

Mit erläuternden Holzschnitten.

Hannover.
Carl Rümppler.
1855.

307 68

VERSUCH
EINER

MONOGRAPHIE DES BORAZITES.
VON CARL RÜMPLER.

Eine fassliche angewandte Darstellung
des Borazites im das Fürstenthum Lüneburg

jetzigen Standes der Krystallogogie

und ihrer neuesten Richtung.

Ein Beitrag

zur

Geschichte dieser Wissenschaft

Erster Band.

Kenntniß der Steinsalz-Lagerstätten und ihrer Bildung.

Verfasser
G. H. Otto Folger.

Ordentliches Mitglied des Vereins in Lüneburg.

G. H. Otto Folger.

Ordentliches Mitglied des Vereins.

Mit zahlreichen Holzschnitten.

Hannover
Carl Rümpler.
1855.
1855.

Denkschriften

des

naturwissenschaftlichen Vereins

für das Fürstenthum Lüneburg

in

Lüneburg.

Erster Band.

Monographie des Borazites

von

G. H. Otto Volger,

Ehrenmitglied des Vereins.

Hannover.

Carl Rümppler.

1855.

VERSUCH
EINER
MONOGRAPHIE DES BORAZITES.

Eine fassliche angewandte Darstellung
des
jetzigen Standes der Krystallogie
und ihrer neuesten Richtung.

Ein Beitrag
zur
Geschichte dieser Wissenschaft
und zur
Kenntniss der Steinsalz-Lagerstätten und ihrer Bildung.

Von
G. H. Otto Volger,
Ehrenmitglied des naturwissenschaftlichen Vereins in Lüneburg.

Mit erläuternden Holzschnitten.

Hannover.
Carl Rümpler.
1855.

VERSTECH

ELIEN

MONOGRAPHIE DES BORAXITES.

naturwissenschaftlichen Vereins

Keine klassische angewandte Darstellung
des

jetzigen Standes der Kristallogogie

und ihrer neuesten Richtung.

Ein Beitrag

von

Geschichte dieser Wissenschaft

und zur

Kenntnis der Steinsalz-Lagerstätten und ihrer Bildung.



Mit erläuternden Holzschnitten

Carl Rimppler
1855

V o r w o r t.

Durch diese, heute im Drucke vollendete und, bis auf manche Zusätze, bereits im Anfange dieses Jahres niedergeschriebene Arbeit wünschte der Verfasser zunächst, an der Ausbreitung und Mehrung der Naturkunde, gemäss dem Zwecke des naturwissenschaftlichen Vereines seiner lieben Vaterstadt, in passender Weise sich zu betheiligen und dadurch der von dem Vereine ihm erwiesenen Ehre wenigstens durch einen Beweis der Erkenntlichkeit würdig zu erscheinen.

Ein Freund des Anschauungsunterrichtes, glaubte derselbe, zur Belehrung in dem Wirkungskreise des Vereines beitragen zu können, indem er an einer der wenigen Substanzen, deren Krystalle in dem engeren Gebiete seiner Heimath als autochthone Geschöpfe auftreten — zugleich aber an einer so ausgezeichneten, für die ganze Wissenschaft so vorzüglich interessanten, und an welcher in der That bereits alle Hebel der mineralogischen Untersuchung ihre Kräfte erprobt haben — ein Bild seiner Wissenschaft entwickelte. Diese Monographie des Borazites soll durch eine allgemein fassliche und möglichst gründliche angewandte Darstellung des jetzigen Standes der Krystallogologie und ihrer neuesten Richtung, an deren Durchbruche der Verfasser selber kräftig sich zu betheiligen strebt, eine unmittelbare populäre Einleitung in diese Wissenschaft gewähren und dürfte, als solche, nicht nur Laien, welche gern einen Blick in das Heiligthum der Adepten werfen, sondern insbesondere auch Jüngern der Wissenschaft selbst beim Eintritte in dieselbe willkommen sein.

Für den Krystallogen schien der Versuch ein nicht geringes Interesse darzubieten, die gegenwärtige Höhe der Wissenschaft an einem möglichst eng umgrenzten Gegenstande gleichsam zu messen und eine nach allen

Beziehungen unseres jetzigen Wissens möglichst allseitige Monographie einer Mineralsubstanz zu liefern. Eine solche Arbeit gewährt durch eine vollständige Benutzung des ganzen in der Litteratur bereits angesammelten Materials einen Beitrag zur Geschichte der Wissenschaft. Wie umfassend dieses Material ist, selbst bei diesem erst seit zweien Menschenaltern beachteten Gegenstande, davon wird der erste Theil sammt den litterarischen Nachweisungen eine annähernde Vorstellung geben, zum Zeugnisse, dass die Honigtropfen menschlichen Wissens nicht ohne den Bienenfleiss der Forscher gesammelt werden. Durch die eigne Darstellung der jetzigen Wissenschaft liefert die vorliegende Arbeit selber ein Dokument für den zukünftigen Geschichtschreiber.

Zusammenhangende krystallologische Forschungen über die Bestandtheile irgend einer Steinsalz-Lagerstätte und über deren gegenseitige Beziehungen, Versuche, die Entwicklungsgeschichte derselben zu ermitteln und dadurch eine rationelle Grundlage für die halurgische Geologie zu gewinnen, waren bislang noch nicht ausgeführt worden. Um so nützlicher glaubte der Verfasser daher einen solchen Versuch machen zu können, und es würde ihn besonders erfreuen, wenn gebildete und denkende Halurgen sich aufgefordert fühlen möchten, auf dem hier betretenen Wege in dem ihnen so wichtigen und für die Geologie überhaupt so bedeutungsvollen Gebiete ihrer Thätigkeit mit muthigen, aber behutsamen Schritten vorzudringen. Der Wissenschaft und der Praxis würde wohl ein erheblicher Gewinn aus solchem Streben erwachsen — während phantastische Hypothesen der einen wie der andern gründlich zu schaden geeignet sind.

Der lieben Vaterstadt wünscht, mit ihrem uralten Motto: „floreant fonte monte ponte“ ein treues Glückauf!

Zürich in der Schweiz,

1. December 1854.

der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Erster Theil.

Geschichte der Auffindung des Borazites und der mit diesem Minerale vorgenommenen wissenschaftlichen Untersuchungen.

Seite 1—74.

Erster Abschnitt: Lüneburgische Würfelsteine und kubischer Quarz.

S. 1—14.

Quarz- und Borazitkrystalle im Kalkberge zu Lüneburg. S. 3. — Form der Quarzkrystalle. S. 3. — Verzerrung derselben. S. 4. — Zuspitzung derselben an beiden Polen. S. 5. — Die Reifung gewisser Flächen selten wahrnehmbar. S. 6. — Graue Färbung durch organische Substanzen. S. 6. — Rothe Färbung. S. 7. — Hyazinthe von San Jago. S. 7. — Marienglas und Würfelsteine als Kinderspielzeug. S. 8. — Lasius. S. 9. — Einfluss der Krystallographie Romé de l'Isle's auf die Beachtung der Würfelsteine. S. 9. — Kubischer Quarz. S. 9. Erste Beschreibung desselben. S. 9—11. — Der wirkliche Quarz. S. 11. — Ilseman's erste chemische Probirung. S. 11—13. — Scheidekunst und Chemie. S. 13.

Zweiter Abschnitt: Neuentdecktes Sedativsalz. S. 14—21.

Westrumb's Entdeckung der Borsäure im Borazit. S. 14. — Borax. S. 14. — Sedativsalz. S. 15. — Westrumb's erste Analyse. S. 15—16. — Apotheker Heyer in Braunschweig. S. 16. — Verwechslung der Borazit- und Quarzkrystalle. S. 17. — Westrumb's Ideen über die Ursache der Krystallisation. S. 18. — Lasius. S. 18. — Westrumb's zweite Analyse. S. 19. — Sedativsaurer Bitter- und Kalkerde-Spath. S. 20. — Erste Abbildung des „Sedativspathes.“ S. 20.

Dritter Abschnitt: Borazit. S. 21—34.

Werner. S. 21. — Boraxsaurer Kalkstein, calcareus boracites, Borazit. S. 21. — Hoffmann, über die Krystallformen des Borazites. S. 22—23. — Hauy's Entdeckung der Elektrizität durch Temperaturänderung. S. 23—27. — Lenz u. a. Schriftsteller. S. 27. — Widenmann, Emmerling, Del Rio. S. 27. — Jordan. S. 27—28. — Gross entdeckt die Umkehrung der Elektrizitäten mit dem Temperaturgange. S. 28—29. — Betrügerische Industrie. S. 29. — Analyse des Borazites durch Vauquelin und Smith. S. 30. — Hauy's Formen der borsauern

Magnesia. S. 30—31. — Entdeckung von Borazitkrystallen im Kalkberge zu Segeberg. S. 32. — Henrich Steffen. S. 32—33. — Senf, über die Gegend von Lüneburg und Segeberg. S. 33. — Pfaff's Analyse des Segeberger Borazites. S. 33. — Stromeyer's Analyse des Lüneburgischen Borazites. S. 34.

Vierter Abschnitt: Optik der Krystalle. S. 34—42.

Brewster's Entdeckung des Zusammenhanges des optischen Verhaltens der Krystalle mit ihrer Krystallisation. S. 34 ff. — Licht, Brechung desselben. S. 35. — Einfache und doppelte Strahlenbrechung. S. 36. — Polarisirtes Licht. S. 37. — Depolarisation. S. 38. — Farbenerrscheinungen im polarisirten Lichte. S. 40. — Verhalten der Borazitkrystalle. S. 41. — Schlüsse hieraus. S. 41. — Innere Organisation der Krystalle. S. 42.

Fünfter Abschnitt: Schildstein. Neue Formen. Neue Untersuchungen.

S. 43—52.

Stadtschreiber Heyer entdeckt Borazitkrystalle im Schildsteine bei Lüneburg. S. 43. — Neue Formen. S. 44. — Leonhard's Beschreibung derselben. S. 45. — Anhydrit, Steinsalz, Rotheisenrahm, Eisenkies. S. 45. — Meyer und Hoffmann über die Gegend von Lüneburg und Segeberg. S. 45 f. — Arfvedson's Analyse des Lüneburgischen Borazites. S. 46. — Leonhard's Zusammenstellung. S. 47. — Haidinger entdeckt eine neue Form. S. 47 f. — Köhler's Untersuchung über die Elektrizität der Borazitkrystalle. S. 48 f. — Untersuchung von Forbes. S. 49. — Berzelius, über die Konstitution der Borazitsubstanz. S. 50 f. — Rammelsberg's Analysen. S. 51 f.

Sechster Abschnitt: Polarisation lamellaire. S. 53—57.

Biot's Untersuchungen über die Polarisationerscheinungen, welche dem Brewster'schen Gesetze widersprechen. S. 53 ff. — Optische Eigenschaften der Substanz und optische Eigenschaften der Aggregate. S. 55. — Optisches Verhalten der Borazitkrystalle. S. 56 f.

Siebenter Abschnitt: Neue Untersuchungen über die Elektrizität. S. 58—67.

Hankel. S. 58. — Riess und Rose. S. 58 ff. — Hankel. S. 65 ff.

Achter Abschnitt: Der Borazit zu Stassfurth. Weitere Untersuchungen.

S. 68—74.

Bohrung im Salzgebirge zu Stassfurth. S. 68 ff. — Das Salzgemenge und der Borazit. S. 69 ff. — Karsten's Untersuchung der Elektrizität. S. 71. — Amorphismus und Krystallismus. S. 71 f. — Hausmann's Handbuch der Mineralogie: Borazit. S. 73. — Karsten, über die Gegend von Lüneburg und Segeberg. S. 73 f. — Des Verfassers Schriften über dieselben Gegenden. S. 74.

Zweiter Theil.

Physiographie und Naturgeschichte des Borazites nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft und nach des Verfassers eignen Untersuchungen. S. 75.

Erster Abschnitt: Chemische Konstitution der Borazitsubstanz. S. 77—89.

Quantitatives Verhältniss von Magnesia und Borsäure. S. 77. — Konstitution der Borsäure. S. 77 ff. — Wichtigkeit mineralogischer Studien für die Chemie. S. 81. — Verhalten des Borazites gegen Wasser. S. 82. — Verhalten gegen Säuren. S. 83. — Prüfung auf Magnesia. S. 84. — Prüfung auf Borsäure. S. 84 f. — Kalkerdegehalt, Eisenoxydulgehalt, Manganoxydulgehalt. S. 85. — Thonerdegehalt. S. 86. — Aluminbioxyd oder Aluminoxydul. S. 87. — Kieselsäure. S. 88. — Allgemeine Konstitutionsformel des Borazites. S. 88. — Organische Substanzen. S. 88 f.

Zweiter Abschnitt: Krystallisationsverhältnisse. S. 89—108.

Gleichartige und ungleichartige Flächen. S. 89. — Quantitative Verschiedenheit der Flächenausbildung. S. 90. — Einfache Gestalten. S. 91 ff. — Würfling, Eckling. S. 91. — Knöchling, Buckling, Kugling. S. 92. — Verhältniss der einfachen Gestalten zu einander. S. 93. — Kombinationen. S. 93 ff. — Würflingsflächen. S. 93 f. — Ecklingsflächen. S. 94 f. — Rechter und linker Timpling. S. 95 ff. — Knöchlingsflächen. S. 97 ff. — Bucklingsflächen. S. 100 ff. — Linker Höckertimpling. S. 102 ff. — Reifung der Würflingsflächen von diesen abhängig. S. 103 f. — Kuglingsflächen. S. 104 ff. — Rechter Kugeltimpling. S. 105 ff. — Reifung der Knöchlingsflächen von diesen abhängig. S. 106 f. — Der linke Höckertimpling und rechte Kugeltimpling beherrschen die innere Organisation der Borazitkrystalle. S. 107. — Unvollzähligkeit der Kugeltimplingsflächen. S. 108.

Dritter Abschnitt: Systematik. S. 108—123.

Die Krystallisation ist der Lebensprozess der Individuen des dritten Naturreiches. S. 108. — Begriff der Spezies bei den Thieren und Pflanzen. S. 109. — Unklarheit der Begriffe in Betreff des dritten Naturreiches. S. 110. — Individuen des dritten Reiches. S. 111. — Höhere Einheiten. S. 112. — Familie. S. 113. — Genus oder Geschlecht. S. 113. — Krystallspezies. S. 113 f. — Familie der Borspathe. S. 114. — Rhodizit-Geschlecht, Genus Rhodicites. S. 115. — Rhodicites Roseus. S. 115. — Borazitgeschlecht, Genus Boracites. S. 115. — Gestalten, welche ihrer Erscheinung nach häßlich werden können und solche, die es nicht können. S. 116 f. — Species 1. Boracites cubus, Würfelborazit. S. 117 ff. — Varietäten **a**, mit vorwaltenden Würflingsflächen. S. 118 f. — **b**, mit vorwaltenden Knöchlingsflächen. S. 120.

— Species 2. *Boracites angulus*, Timpelborazit. S. 120 ff. — Varietäten **a**, mit vorwaltenden rechten Timplings- (und Würflings-) Flächen. S. 121. — **b**, mit vorwaltenden linken Timplings- (und Knöchlings-) Flächen. S. 122. — Species 3. *Boracites cryptocrystallinus*, kryptokrystallinischer Borazit. S. 123.

Vierter Abschnitt: Grösse der Borazitkrystalle. Konzentrische Individuen.

Zwillingsbildung. Textur. S. 123—133.

Grösse. S. 123 f. — Beständigkeit einer gewissen mittleren Grösse für die Spezies und selbst für die einzelnen Varietäten. S. 124. — Individuen mit unterbrochenem Wachstume. S. 125 ff. — Die Krystalle wachsen aus inneren Bedingungen. S. 128. — Unterbrechung zwischen Kern und Schale bei den konzentrischen Individuen. S. 128 f. — Zwillingsbildung. S. 129. — Verwachsungen in unabhängiger Stellung. S. 130. — Zusammenhäufung mehrerer Krystalle. S. 130 f. — Spaltbarkeit ist nicht nachweisbar. S. 131. — Angaben der Lehrbücher. S. 131 f. — Wahre Textur. S. 132. — Bruch. S. 133.

Fünfter Abschnitt: Physikalische Eigenschaften. S. 133—170.

Dichtigkeit und spezifisches Gewicht. S. 133. — Härte. S. 133 f. — Die Härte der verschiedenen Flächenarten ist verschieden. S. 134. — Glanz; der Glanz der verschiedenen Flächen ist verschieden. S. 134 f. — Eigenthümliche Lichtschimmer. S. 135 f. — Farbe. S. 136. — Optisches Verhalten der Borazitkrystalle in urigem und in verändertem Zustande. S. 137. — Brewster's Angaben. S. 137. — Diskussion. S. 137 f. — Einfacher Versuch. S. 138. — Möglichkeit der Entscheidung auf anderem Wege. S. 139. — Lichtbrechung. S. 139 ff. — Brechungsindex des Borazites. S. 141. — Strichpulver. S. 141. — Keine Phosphoreszenz. S. 141 f. — Elektrizität. S. 142. — Schwierigkeit bei der Untersuchung. S. 142. — Eigne Versuche des Verfassers. S. 143 ff. — Elektrische Hälblingsformen. S. 144 f. — Verschiedenes Verhalten der verschiedenen Spezies. S. 146. — Das Hankel'sche Gesetz. S. 146. — Wahrscheinlichkeit elektrischer Flächenaxen des Knöchlings. S. 147. — Elektrische Hälbligheit des Würflings. S. 148. — Elektrische Hauptaxe. S. 149. — Beziehung zur Optik. S. 149. — Wahrscheinlichkeit noch zahlreicherer Elektrizitätsaxen. S. 149. — Das elektrische Hauptgesetz ist vermuthlich noch verborgen. S. 149 f. — Elektrizität der feinsten Fragmente. S. 150 f. — Magnetismus und Diamagnetismus. S. 151 ff. — Faraday. S. 152. — Plücker. S. 152 ff. Faraday. S. 154. — Plücker. S. 156 ff. — Knoblauch und Tyndall. S. 157. — Versuche mit Borazitkrystallen zwischen den Magnetpolen. S. 159 ff. — Die elektrische Hauptaxe der Borazitkrystalle ist auch eine diamagnetische Hauptaxe. S. 163. — Weitere Versuche. S. 163 ff. — Übereinstimmung des elektrischen und magnetischen Verhaltens der Borazitkrystalle mit Brewster's optischer Angabe. S. 165. — Zusammen-

hang zwischen Elektrizität und Magnetismus. S. 166. — Die Einaxigkeit der Borazitkrystalle verräth sich auch in der Ausbildung der Form. S. 167 ff. — Viertligkeit des Kuglings: Schübling. S. 167. — Ein Krystall, welcher in der Richtung einer Axe verkürzt erscheint. S. 168 f. — Bedeutung der Zwillingskrystalle. S. 169 f. — Zwillingsgesetz. S. 170.

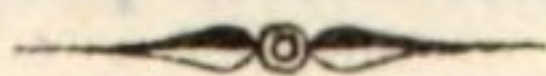
Sechster Abschnitt: Das Muttergestein und die Entwicklungsgeschichte des Borazites. S. 171—203.

Anhydrit und Gyps. S. 171 ff. — Schildstein. S. 172. — Kalkberg zu Segeberg. S. 172. — Kalkberg zu Lüneburg. S. 173 f. — Beweis für die Entstehung des Gypses aus Anhydrit. S. 173 f. — Anhydrit und Gyps zu Stassfurth. S. 176. — Entstehung des Anhydrites aus Kalkstein. S. 176 f. — Beziehung von Anhydrit und Gyps zu den Steinsalzlagerstätten. S. 177. — Dieselben können nicht unmittelbare Sedimente sein. S. 177 f. — Die Annahme eines vulkanischen Ursprungs ist eben so wenig zulässig. S. 178. — Analogie mit den Salzseen und Wahrscheinlichkeit sehr mannigfaltiger Metamorphosen. S. 179. — Der Zusammenhang von Steinsalz, Anhydrit und Gyps und Dolomit beruht in dem Chemismus dieser Metamorphosen. S. 179. — Wichtigkeit des Studiums der Salzseen. S. 179 f. — Wichtigkeit des Studiums der Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Steinsalzlagerstätten. S. 180. — Die Kalksteinschichten zu Lüneburg und ihre Metamorphose. S. 180. — Der Anhydrit ist grossentheils selber für Steinsalz substituiert. S. 181. — Der Eisenglanz (Rotheisenrahm) im Anhydrit und Gyps. S. 181. — Seine Beziehungen zum Steinsalze. S. 181 f. — Seine Entstehung aus Chloreisen. S. 182. — Hohlräume in der Umgebung des im Anhydrite eingesprengten Steinsalzes. S. 182 f. — Hydrophilit (Chlorkalzium) im Anhydrit und Gyps. S. 183. — Das Steinsalzgemenge enthielt vermuthlich neben Chloreisen auch Salmiak. S. 183 f. — Salmiak auf Salzlagerstätten. S. 184 f. — Schwefelsaures Ammoniak. S. 185. — Chlorkalzium im Steinsalze zu Stassfurth. S. 185. — Deutet ebenfalls auf Salmiak. S. 185. — Fäulnisprozesse in den Bodensätzen der Salzseen. S. 185 f. — Jedes Steinsalzlager muss eine Ammoniak- und Salmiakbildungsperiode durchlaufen. S. 186. — Beziehungen zwischen Borazit und Anhydrit; der Borazit ist älter. S. 186. — Herkunft der Magnesia für den Borazit. S. 186 f. — Herkunft der Borsäure. S. 187 ff. — Ihre Verbreitung. S. 187 f. — Herkunft des Salzes der Salzseen. S. 189 ff. — Beispiel der Krankenheiler Quellen. S. 189. — Ein grosser Theil Deutschlands war während der Triasperiode reich an Salzseen. S. 191. — Andere Theile in jüngeren Perioden. S. 191. — Jüngere Steinsalzlager sind den Bodensätzen der Salzseen noch ähnlicher, als die älteren. S. 191 f. — Borsäures Natron. S. 192. — Wechselsetzung von borsäurem Natron mit Salmiak und Bittersalz zu Kochsalz, schwefelsaurem Ammoniak und borsäurer Magnesia. S. 193. — Ver-

muthung über die Entstehung des Borazites. S. 193 f. — Die Borazitbildung war an Steinsalz geknüpft. S. 194. — Die Beziehung zwischen beiden liegt in einem chemischen Prozesse. S. 194. — Borazitkrystalle in dem an Rotheisenrahm (früher Chloreisen-Salmiak und Kochsalz) reichen Gypse und Anhydrite. S. 194 f. — Organische Substanzen. S. 195. — Pyritkrystallchen im Anhydrite und im Borazite und älter als beide. S. 195. — Dieselben sind im Steinsalze gebildet. S. 196. — Kiese im Steinsalze und Haselgebirge der österreichischen Salzlager. S. 196. — Anhydrit und Zölestin nach Steinsalz zu Hall. S. 196 f. — Steinsalz ist noch jetzt mit dem Borazit vergesellschaftet. S. 197. — Beweis, dass die Borazitkrystalle im Steinsalz gebildet sind. S. 197 ff. — Gyps in den von Kochsalzkrystallen zurückgelassenen Hohlräumen der Borazitkrystalle. S. 199 f. — Der Borazit ist im Steinsalze gebildet und in den für dieses substituirten Anhydrit, endlich in den Gyps vererbt. S. 200. — Beweis von der Stassfurter Lagerstätte. S. 200. — Wahrscheinlichste Vermuthung über den Ursprung des Borazites. S. 200. — Stellung der Borazitkrystalle im Gesteine; Ursache derselben. S. 201 ff. — Einfluss des Magnetismus auf die Axenrichtung sich bildender Krystalle. S. 202 f.

Siebenter Abschnitt: Parasit. S. 203.

Verwitterung. S. 203 f. — Trübe Borazitkrystalle. S. 204 f. — Chemie und Mineralogie. S. 205 f. — Strahliges Gewebe der trüben Borazitkrystalle. S. 206 f. — Geringere Schwere. S. 206 f. — Faserige Struktur. S. 207. — Beziehung der Faserbündel zu den Krystallflächen. S. 207 ff. — Die Fasern gehören einer vom Borazit verschiedenen Substanz an, Vergleichen mit Kupferlasur und Malachit. S. 210 f. — Vergleichung der Zusammensetzung des unveränderten Borazites mit den fasrigen Krystallen. S. 212 ff. — Parasit. S. 215. — Bildung desselben. S. 215 ff. — Konstitution desselben. S. 216 ff. — Vergleichung mit Hydroborazit. S. 219. — Häufigkeit des Parasites in den Borazitkrystallen. S. 219 f. — Endliches Schicksal desselben. S. 220. — Die Borazitkrystalle „verrotten“ nicht an der Luft. S. 221. — Nebenprozesse bei der Parasitbildung. S. 221 f. — Kohlensaure Kalkerde. S. 221 f. — Kohlensaures Eisenoxydul. S. 222. — Xanthosiderit (Gelbeisenoher). S. 222. — Thonerde. S. 223. — Eigenthümlichkeiten in dem Auftreten des Parasites in den Borazitkrystallen. S. 223 ff. — Optische Erscheinungen. S. 224 f. — Die Parasitbildung ist die Ursache der Aggregatpolarisation (polarisation lamellaire) im Borazit. S. 225 f. — Mit blossem Auge wahrnehmbare Erscheinungen in den Borazitkrystallen. S. 226 ff. — Einfluss des Parasites auf die Wärmebewegung und Pyroelektrizität in den Borazitkrystallen. S. 228 f. — Zentrale Pyroelektrizität eines parasitreichen Borazitkrystalles. S. 228. — Die Parasitkrystalle scheinen selber pyroelektrisch zu sein. S. 229. — Hausmann's fasriger Borazit. S. 229 f.

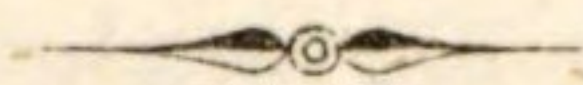


Erster Theil.

Geschichte der Auffindung des Borazites

und der

*an diesem Minerale vorgenommenen wissenschaftlichen
Untersuchungen.*



bestehen 18 Flächen und stellen sich nur durch die ver-
schiedene Größe einzelner dieser Flächen sehr gewisser

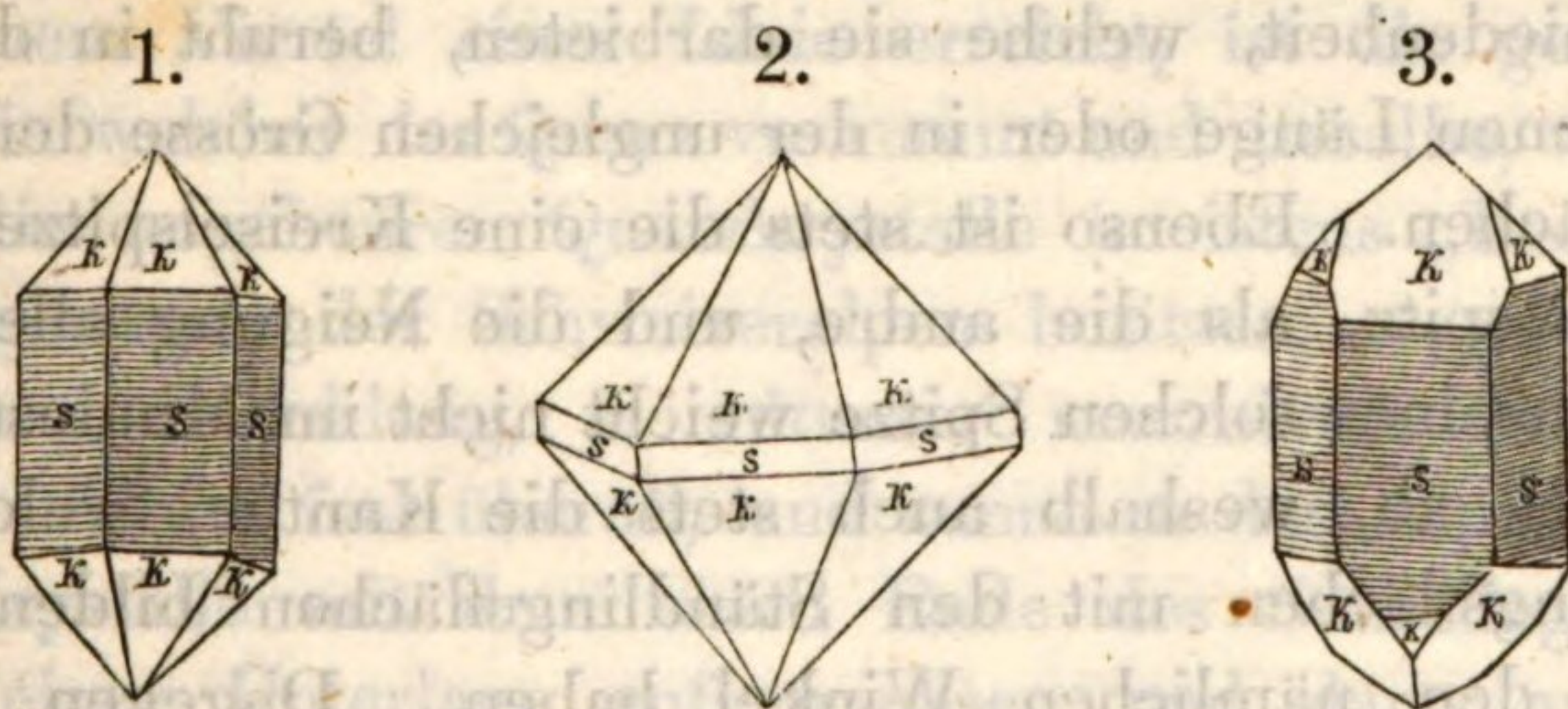
„Kalk“ heißt in Norddeutschland aller zum Mörbel brauchbare
Stein, der Kreide so gut, wie der Gyps.

Erster Abschnitt.

Lüneburgische Würfelsteine und kubischer Quarz.

In dem Gypsfelsen des von Alters her sogenannten Kalkberges*) hart an der Stadt Lüneburg finden sich zwei Mineralspezien von ausgezeichnet schöner Krystallisation: Quarz und Borazit. Beide zeigen sich in grosser Menge, als allseitig vollkommen ausgebildete Krystallindividuen, welche in den verschiedensten Richtungen und Stellungen, hier sparsamer, dort zahlreicher, mitunter gleichsam schwarmweise, in dem Gypsgesteine liegen und ringsum so von dem letzteren umschlossen sind, dass man meinen möchte, sie müssten als fertig gestaltete Krystalle in einen weichen Teig von Gypsmaße eingeknetet sein, der dann später zum Gypsfelsen erhärtet wäre. Eine solche Vorstellung würde nun freilich durchaus eine irrige sein, so sehr dieselbe auch dem Anscheine entsprechen könnte.

Die Quarzkrystalle (Fig. 1, 2, 3)

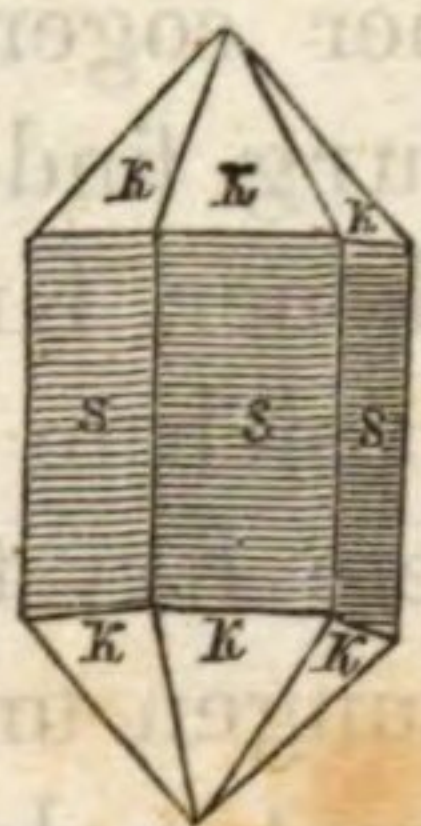


besitzen 18 Flächen und stellen sich nur durch die verschiedene Grösse einzelner dieser Flächen oder gewisser

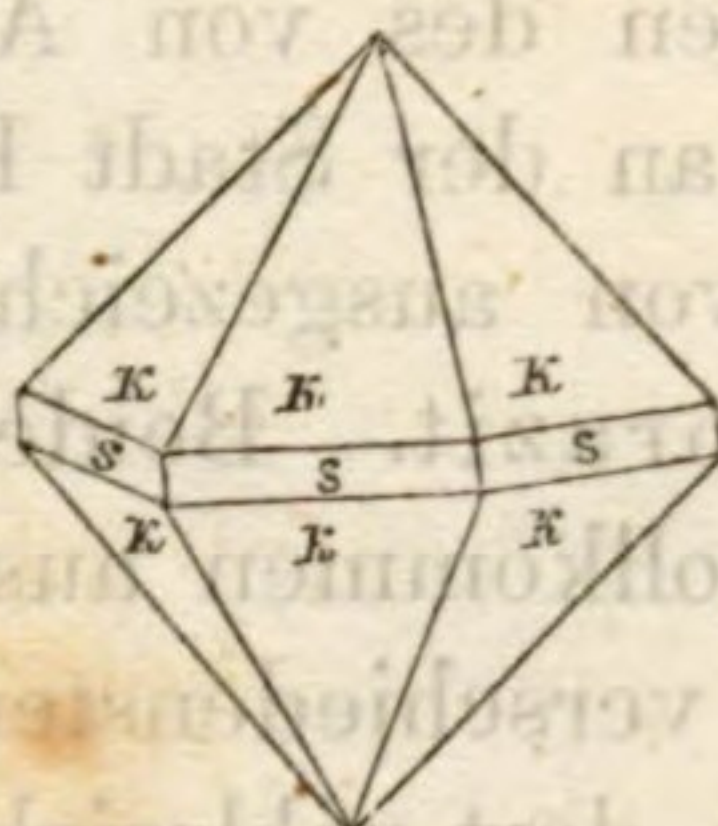
*) „Kalk“ heisst in Norddeutschland aller zum Mörtel brauchbare Stein, die Kreide so gut, wie der Gyps.

Gruppen derselben so mannigfaltig abweichend dar, dass es bei vielen auf den ersten Blick scheinen könnte, als seien sie ganz unregelmässig geformt. Sechs Flächen (s) geben einem Theile dieser Krystalle gewöhnlich die Form eines sechsseitigen Ständers oder Ständlings*), welcher bald etwas kürzer (Fig. 2), bald etwas länger (Fig. 1) erscheint. Die anderen zwölf Flächen sind in zweien Gruppen an den beiden Enden dieses Ständlings vertheilt und bilden an jedem Ende eine sechsseitige Zuspitzung (k). Mitunter ist der Ständling

1.



2.



3.



so kurz, dass die beiden Zuspitzungen sich fast berühren und dieselben stellen dann einen sechsseitigen Kreisel oder Kreisling dar. Man nennt die Form, je nachdem die Ständlingsflächen (s) oder die Kreislingsflächen (k) vorherrschen, entweder einen kreisligen Ständling oder aber einen ständligen Kreisling. Es ist wohl zu bemerken, dass die sechs Kanten des Ständlings sich unter einander in ihrem Winkel auf das Genaueste gleich sind; die einzige Verschiedenheit, welche sie darbieten, beruht in der verschiedenen Länge oder in der ungleichen Grösse der Ständlingsflächen. Ebenso ist stets die eine Kreiselspitze genau ebenso spitz, als die andre, und die Neigung aller sechs Flächen einer solchen Spitze weicht nicht im Mindesten von einander ab, weshalb auch stets die Kanten, welche die Kreislingsflächen mit den Ständlingsflächen bilden, ganz genau den nämlichen Winkel haben. Dagegen ist die

*) Die Benennungen der Krystallformen, welche hier angewandt sind, finden sich erklärt und mit den bisher üblichen griechischen Benennungen zusammengestellt in des Verfassers *Krystallographie*. Stuttgart. 1854.

Grösse der einzelnen Kreislingsflächen meistens etwas, und häufig ziemlich auffallend, verschieden; bald würde man nach der einen, bald nach der andern Fläche etwas abschleifen müssen, um eine vollkommene Gleichmässigkeit herzustellen. In der Ungleichheit selbst aber bemerkt man oft wieder eine gewisse Regelmässigkeit (Fig. 3), indem nämlich von den sechs Flächen, welche eine Kreiselspitze bilden, abwechselnd die einen drei grösser, die andern drei kleiner, mitunter fast verschwindend klein sind. Wo sich dieses Verhältniss zeigt, da ist es meistens an beiden Kreiselspitzen in gleichem Grade bemerkbar, aber dann stets in der besonderen Weise, dass den drei grösseren Flächen der einen Spitze die drei kleineren der anderen Spitze entsprechen. — Alle Flächen dieser Quarzkrystalle glänzen wie geschliffenes Glas; jedoch haben sie oft eine Menge ganz kleiner, nur mit der Lupe wahrnehmbarer und völlig unregelmässiger Vertiefungen, durch welche sie etwas matt erscheinen, wie wenn sie von einer ätzenden Flüssigkeit angefressen wären. Bisweilen erkennt man schon mit blossen Auge wahre Löcher, welche dann tief in den Quarzkrystall eindringen und mit Gyps gefüllt zu sein pflegen. — Die Form dieser Quarzkrystalle, deren Grösse sich wohl immer unter einer Länge von vier Linien und einer Dicke von zwei Linien hält, sehr häufig aber nur eine Länge von einer bis zweien Linien und eine Dicke von einem Sechstel oder einem Viertel einer Linie erreicht, ist die gewöhnlichste, in welcher der Quarz vorkommt und dieselbe, welche selbst die ungeheuren Quarzkrystalle (meistens „Bergkrystalle“ genannt) der Schweizeralpen besitzen, woselbst sie fingerslang, schuhlang, ja mitunter mannhoch gefunden werden. Allein fast überall, und zumal in den Alpen, sind diese Krystalle mit dem einen Ende des Ständlings auf irgend einer Unterlage aufgewachsen und dann nur an dem anderen Ende ausgebildet, mit welchem sie in eine Höhlung des Gesteins hineinragen. Viel seltener findet man die Quarzkrystalle an beiden Enden so schön ausgebildet, wie im Gypse bei Lüneburg. — Es ist eine Eigenthümlichkeit, durch welche man die Ständlingsflächen der

Quarzkryrstalle sehr leicht und selbst an einem Bruchstücke eines Kryrstalls mit Bestimmtheit erkennen und von den Kreislingsflächen unterscheiden kann, dass nämlich diese Ständlingsflächen, wenn man sie hin und her spiegeln lässt, zahllose äusserst feine Linien zeigen, welche rechtwinklig von einer Ständlingskante zur andern laufen und welche durch ganz zarte, nur selten dem Tastgeföhle wahrnehmbare, Reifen oder treppenartige Absätze auf diesen Flächen hervorgebracht werden. Dieselben sind in Fig. 1. und 3. angedeutet. Man sieht sie leicht, selbst an kleinen Quarzkryrstallen, welche frei in Höhlungen gewachsen sind; die Quarzkryrstalle von Lüneburg dagegen zeichnen sich dadurch aus, dass selbst mit Hülfe eines Vergrösserungsglases an den meisten derselben keine Spur einer solchen Reifung wahrnehmbar ist; jedoch giebt es Ausnahmen, und bei einzelnen Kryrstallen sieht man die feinen Linien sogar recht schön. — Manche der Quarzkryrstalle im Gypse des Kalkberges sind gänzlich farblos und sehen aus wie reines Glas; meistens dagegen sind sie gleichsam durchwölkt mit schwärzlich grauem Schmutze oder gar völlig rabenschwarz. Diese verunreinigende und färbende Substanz ist ein thierisches Öl, ähnlich demjenigen, welches aus erhitztem Leder und anderen Thierstoffen ausschwitzt. Wenn man solche schwarze Quarzkryrstalle stark erhitzt, so verflüchtigt sich dieses Öl unter üblem Dufte, an welchem man es leicht erkennt; nach dem Glühen sind die Kryrstalle dann farblos. Es darf uns nicht überraschen, thierisches Öl in Steinen zu finden, denn dieses ist eine ganz allgemeine und höchst verbreitete Erscheinung, welche daher rührt, dass alle Erd- und Steinschichten unseres Bodens einst als Schlamm auf dem Grunde des Meeres und anderer Gewässer abgelagert und dabei mit faulenden Überresten abgestorbener Thiere und Pflanzen reichlich verunreinigt sind. Man bezeichnet solche, aus der organischen Natur herrührende Substanzen gewöhnlich kurz als „organische“ oder „bituminöse“ Substanzen. Die grauen und schwarzen Adern, welche im Gypsfelsen so ausserordentlich häufig sind, rühren eben auch von diesem thierischen Öle, sogenanntem „Erdöle“

oder Bitumen her und verflüchtigen sich in der Hitze, wie z. B. beim Brennen des Gypses. In dem schwarzgeaderten Gypse finden sich auch vorzugsweise die schwärzlichen Quarzkrystalle, welche letzteren auch wohl Stinkquarze genannt werden. — Andere Quarze, besonders wo sie in röthlichem Gypse vorkommen, sind schmutzig röthlich oder auch schön hyazinthroth. Bei diesen sind stets die Kreislingsflächen vorherrschend ausgebildet, so dass man die Ständlingsflächen oft kaum als ganz schmale Leisten am sechsseitigen Umfange des Kreislings erkennt (Fig. 2); auch findet sich nur bei diesen rothen Quarzkrystallen im Kalkberge eine Verwachsung mehrerer Krystalle, welche meistens so aussieht, als ob ein Krystall aus dem anderen herausgewachsen wäre. Ich will nur noch anführen, dass diese rothen Quarzkrystalle vom Kalkberge bei Lüneburg vollkommen denjenigen gleichen, welche an dem berühmten Wallfahrtsorte San Jago di Compostella in der Provinz Galicia in Spanien ebenfalls im Gypsfelsen gefunden werden und welche, häufig von den Wallfahrern von dort mitgebracht, seit langen Zeiten unter dem falschen Namen von „Hyazinthen“ von San Jago bekannt und in den meisten Sammlungen verbreitet sind*). So viel einstweilen von unseren merkwürdigen Quarzkrystallen. Sie geben Demjenigen, der da weiss, dass auch das Geringste in der Natur nicht das Spiel eines launigen Zufalls, sondern das Erzeugniss gesetzmässig wirkender und alle Dinge mit den Banden der Nothwendigkeit verknüpfender Ursachen ist, vollauf zu denken. Wer Alles zu erklären wüsste, was sie Räthselhaftes darbieten, der wäre der weiseste der Menschen; denn nicht der kleinste Gegenstand der Natur kann vollständig begriffen werden, ohne auch das letzte Räthsel der Schöpfung zu begreifen.

Vor hundert Jahren waren diese Quarzkrystalle, um deren Ursprung und Natur man sich wenig kümmerte, da selbst die ersten Grundzüge der Gesetzmässigkeit in der

*) Die Hyazinthen von San Jago sind ebenfalls durch den Mangel der Reifung auf den Ständlingsflächen ausgezeichnet.

Bildung der Krystalle noch unerkant waren, gerade gut genug zum Kinderspielzeug. Die schönen, spaltbaren Gypskrystalle, das „Marienglas“, und die wunderlich glattflächigen, vieleckigen Quarzkrystalle mögen den Kindern Lüneburgs wohl von alten Zeiten her als Augenbelustigung gedient haben. Wenn Sonntags der Bürgersmann auf seinem Spaziergange den Kalkberg bestieg und zumal am Pfingsttage, wo es Sitte war, zum Sonnenaufgange den Hügel zu besteigen, brachten die Leute von diesen Gebirgsschätzen *) manch artiges Stückchen heim. Besonders merkwürdig waren den Kindern jene eckigen Steinchen wegen ihrer grossen Härte, vermöge deren man mit denselben Glas schneiden und Namenszüge in die Fensterscheiben kritzeln konnte. Mehr aber, als die beschriebenen Quarzkrystalle, waren es die Borazitkrystalle, welche gefielen, da sie grösser waren und obendrein häufig die, zu mancherlei Spiel so gefällige, Würfelform besassen. Unter dem Namen von „Würfelsteinen“ waren diese, welche jetzt als „Boraziten“ eine Zierde der Mineraliensammlungen und, ihrer wissenschaftlichen Bedeutung wegen, der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Abhandlungen geworden sind, im Jahre 1787 in vielen Häusern Lüneburgs in den Händen der Kinder zu finden, als der, durch die trefflichste aller bisher erschienenen Schriften über das Harzgebirge rühmlich bekannte und verdienstvolle Georg Siegmund Otto Lasius, K. Grossbritt. und Churf. Braunsch. Lüneb. Ingenieur-Lieutenant in Hannover, den Kalkberg und Lüneburg besuchte.

*) Der „Kalkberg“ ist freilich nur ein Gypshaufen von 180 Fuss Höhe und etwa 2000 Schritten im Umfange; allein er ist nebst dem „Kalkberge“ bei Segeberg in Holstein, welcher noch kleiner im Umfange, aber ziemlich von der gleichen Höhe ist, die einzige Erscheinung, welche dem Bewohner des norddeutschen Tieflandes eine Vorstellung von Felsen und Bergen geben kann. So nennt ihn denn der Medikus Taube, welcher im Jahre 1769 Beiträge zur Naturkunde des Herzogthums Lüneburg, seines Heimathlandes, herausgab: „ein gewaltiges rauhes und wildes Gebürge von sehr weitläufigem Umfange.“ — Man sieht, es kommt nur auf den Maassstab an, welchen man an die Natur anlegt!

Schon war um jene Zeit durch das erste Werk, welches die Krystallformen der Mineralien zum Gegenstande wissenschaftlicher Untersuchungen machte, durch des scharf beobachtenden de Romé de l'Isle Versuch einer Krystallbeschreibung, welches der grosse Linné als das wichtigste mineralogische Werk des Jahrhunderts bezeichnete, die allgemeine Aufmerksamkeit der Beobachter auf die Krystalle gelenkt. 1) *) Lasius kannte wohl die Gestalt, in welcher der Quarz sich zu zeigen pflegt, und täuschte sich über die Natur der Lüneburgischen Quarzkrystalle, welche ihm gezeigt wurden, durchaus nicht. Aber dass unter diesen Krystallen auch solche von Würfelform vorkamen, überraschte ihn sehr. Er hielt dieselben für Quarz, wie die übrigen, und legte grossen Werth auf die besondere Form, in welcher dieser hier erscheine. Die Würfelsteine der Kinder Lüneburgs wurden nun „kubischer Quarz“, d. h. würfelförmiger Quarz. Aber hören wir selber, wie Lasius sich in der Freude seines Herzens über seine Entdeckung äusserte, indem er dem Bergrath und Professor Dr. Lorenz Crell in Helmstedt, dem Herausgeber der Chemischen Annalen, welche in jener Zeit zur Verbreitung und Förderung der Wissenschaft so ausserordentlich wirksam beitrugen, dieselbe mittheilte. 2)

„Ich übersende Ihnen eine ganz besondere und sehr merkwürdige mineralogische Neuigkeit, und ich bilde mir etwas darauf ein, dass sie in meinem Vaterlande zuerst entdeckt ist. Es sind cubische Quarzkristallen**), wovon die grössesten $\frac{1}{2}$ engl. Zoll im Durchschnitte haben, die durch Abstumpfung ihrer acht Körperwinkel und ihrer zwölf Kanten einen Körper von 26 Seiten bilden. Bey einigen Würfeln bilden die acht Abstumpfungsflächen der Körperwinkel einen Triangel, bey anderen wechselsweise einen Triangel und

*) Die Zahlen beziehen sich auf die Anmerkungen, welche dieser Schrift angehängt sind.

**) Dass Lasius de l'Isle's Werk studirt hatte, verräth sich selbst durch die unrichtige, dem Französischen nachgeahmte Schreibweise des Wortes Krystall, während er sonst den Buchstaben y sehr freigebig gebraucht. Das Wort stammt aus dem Griechischen, wo es „Eis“ bedeutet.

ein Sechseck, so dass letztere 4 Sechsecke und 4 Dreyecke auf den Abstumpfungsflächen zeigen, welche aber in der Regelmässigkeit mit einander abwechseln, so dass die drey, einem Sechsecke am nächsten liegenden Körperwinkel durch Triangel, und dass umgekehrt die drei, einem Dreyecke am nächsten liegenden Körperwinkel durch Sechsecke abgestumpft sind. Weil nun bey dem Sechsecke auf dem Körperwinkel, von denen, ihm am nächsten liegenden drei Hauptflächen des Würfels, die Figurenwinkel abgeschnitten, und auf der andern Ecke, welche auf der Hauptwürfelfläche diesem gegenüber lieget, der Körperwinkel ebenfalls durch ein Sechseck abgestumpft ist, so verwandeln diese beyden Sechsecke an den Körperwinkeln, die sechs vierseitigen Hauptflächen des Würfels ebenfalls in ein Sechseck. Solchemnach besteht dieser 26seitige Körper aus 6 grossen Sechsecken, aus 4 kleinen Sechsecken, aus 4 Triangeln und 12 Parallelogrammen. — Bey denen Würfeln, wo alle 8 Körperwinkel durch Dreyecke abgestumpft sind, berühren die Winkel der Dreyecke niemals die Winkel der 6 Hauptflächen des Würfels, und verwandeln also die 12 Abstumpfungsflächen der Kanten, die bey dem vorbeschriebenen Würfel Parallelogrammen waren, in ein Achteck. Solchemnach bestehen die 26 Seiten dieses Kristalls aus 12 Achtecken, aus 8 Triangeln und aus 6 Quadraten.

„Was diese Kristallen nun noch merkwürdiger macht, ist dieses, dass sie sich in einem sehr mürben und lockeren Gypsgestein finden, aus welchem sie gleich herausfallen, wenn man es losbrechen will. Es ist äusserst schwer, ein Stück zu erhalten, worinn die Würfel noch fest sitzen, und ich besitze nur bis jetzt erst ein einziges Exemplar. Mit Säuren brausen die Würfel nicht auf, daher ich auf den Gedanken kam, sie auf Gyps zu probiren; aber auch davon zeigte sich keine Spur. Sie schneiden in Glasscheiben, und beim Zerschlagen findet man inwendig, dass es wahrer glasartiger Quarz sey, dessen Gewebe aus dem Mittelpunkt strahlt nach den Seitenflächen ausläuft. Mit dem Stahle giebt er sehr lebhafte Funken, und in einer Stunde wird er im Calcinationsfeuer nicht weiter, als gemeiner Quarz

verändert. Die äussere Rinde der Kristallen ist zerfressen, welches wahrscheinlich von der in dem Gypse (worin sie brechen) enthaltenen Vitriolsäure herrühren kann, die freylich in unseren Laboratoriis keine Veränderung in dem Quarze hervorbringt, wohl aber in demjenigen es bewürken mag, worinn es Jahrtausende dieser Säure ausgesetzt war. — — Die Regelmässigkeit, in welcher die zerfressene Rinde den Würfel rundum überzieht, und das straligte Gewebe des Quarzes ist, wie die ganze Erscheinung, bewundernswürdig. Ich gebe mir alle Mühe, einen Vorrath von diesen merkwürdigen Kristallen zu sammeln, um allen denen, so davon zu haben wünschen, gegen Tausch von anderen interessanten Mineralien, damit dienen zu können.“

Über dem neuentdeckten „kubischen Quarze“ wurden die wirklichen oben beschriebenen Quarzkrystalle unseres Kalkberges in der Wissenschaft gleichsam vergessen, so dass man jenes interessanten Vorkommnisses nur von Jordan (in seiner unter Nr. 23 angeführten Schrift), welcher den Kalkberg 1797 besuchte, und ganz kurz von Steffen (Handbuch der Oryktognosie. 1811. pag. 489), sowie in einer, fast 40 Jahre nach obigem Briefe von Lasius, im Jahre 1823 geschriebenen und in Gilbert's Annalen der Physik, Jahrgang 1824, Bd. 76, gedruckten Mittheilung des um die Bodenkunde des nordwestlichen Deutschlands so sehr verdienten und leider allzufrüh verstorbenen Friedrich Hoffmann (damals Dozenten zu Halle) erwähnt findet. Der „kubische Quarz“ dagegen erregte grosses Interesse. Die ersten Untersuchungen mit demselben machte der Apotheker J. Ch. Ilseman zu Clausthal, welcher darüber in Crell's Annalen 3) folgende Nachricht giebt:

„Kürzlich habe ich einige durchsichtige Stücke von dem durch Herrn Lieut. Lasius in den Chymischen Annalen bekannt gewordenen cubischen und vieleckigten Quarz aus dem Hannöverschen erhalten.

„Cubischer Quarz ist eine seltene Sache und war mir daher äusserst angenehm: um mich zu überzeugen, ob es Quarz sei, opferte ich meinen wenigen Vorrath bis auf ein Cabinetsstück auf.

„1. Diese mir zugesandten Exemplare gaben mit Stahl sämmtlich Funken, wiewohl schwach. Sie waren aus diesem Grunde mit Recht unter Quarz und kieselartige Steine zu zählen. Indessen ergeben die wenigen folgenden Versuche, die ich darüber habe anstellen können, dass diese Steine zugleich Eigenschaften besitzen, die man an dem Quarz nie wahrnimmt und die ihm entgegengesetzt sind. Diese Steine sind daher um desto merkwürdiger. Die hier untersuchten waren ohne Bergart rein durchscheinend.

„2. Ist es nicht sonderbar, dass diese Steine, ob sie gleich mit Stahl Funken geben, dabey weder ganz noch gestossen mit Säuren brausen, gleichwohl durch Vitriol-, Salpeter-, Kochsalzsäure völlig aufgelöst werden, wenn man sie fein gepulvert damit im Sande kocht. Diese Auflösung geht ziemlich leicht von statten; eine jede krystallisiert sich zum Salze. Die Krystallen von der salpeter- und kochsalzsauren Auflösung schiessen nadelförmig an.

„3. Löset man die letzten beyden Salze jedes für sich im Wasser auf, tropft Vitriolsauer hinzu, oder auch gleich in die Auflösung, so erhält man nach 24 Stunden Selenit, woraus die darin befindliche Kalkerde zu ersehen ist.

„4. In der Hitze des Probierofens zerfallen die Steine nicht, werden aber doch äusserlich mit einer weissen Rinde überzogen, verlieren ihre Durchsichtigkeit binnen einer Stunde.

„5. Ein Stück oder Cubus wurde gepulvert, und eine Stunde im Scherben unter der Muffel geglüet; das Pulver schmolz nicht, war aber doch an einander gebacken, nachdem dasselbe mit Salmiak zusammen gerieben worden, war kein flüchtig Laugensalz zu spüren, die Kalkerde musste daher sehr verlarvt seyn.

„6. Nunmehr legte ich einen Würfel in eine neue Hessische Schmelzdute, bedeckte und verstrich sie, setzte sie vor das Gebläse und bliess $\frac{1}{4}$ Stunde. Bey Eröffnung der Dute war der Würfel verschwunden, dagegen der untere Theil der Dute, 1 Zoll hoch, innerhalb verglaset; dieses bewiess deutlich, dass es kein Quarz sey, und das der Stein, aus 2—3 Erdarten bestehen müsse. Auch im Kreiden-

tiegel war ein Cubus binnen einer Stunde zum Schmelzen zu bringen, und hatte den Boden des Kreidentiegels ganz durchgefressen.

„Man hat bekantermassen einen aus Kalk und Kieselerde bestehenden Sandstein zu Fontainebleau*), Zeolithe welche Feuer schlagen in Island, Kreidekrystallen welche Kalk und Kieselerde zur Helfte enthalten**), sich nur zur Helfte in Säuren auflösen und gleich wohl kein Feuer schlagen.

„Diese Cubischen Steine schlagen aber Feuer, gleichwohl lösen sie sich ganz in Säuren auf. Die Kieselerde trägt hier gewis zu der Festigkeit derer Krystallen etwas bey, nicht weniger die darin befindliche Bittersalzerde, weil Kalkerde und Salpetersäure sich schwer krystallisiren; hier geschahe aber die Krystallisation leicht.

„7. Endlich machte ich einen Versuch um Bittersalzerde zu entdecken. Zu dem Ende wurde weisses Papier in der salpetersauren Auflösung getränkt, getrocknet angezündet: es brannte vortrefflich grün, mithin war auch Bittersalzerde vorhanden; und nun lässt sich die Schmelzbarkeit und leichte Krystallisirung erklären. Die obigen Versuche ergeben also, dass es ein aus Kalk-, Bitter- und Kieselerde gemischter Stein sey.“

Die unvollkommenen Versuche, welche ein, für jene Zeit in seinem Fache vorzüglich bewandeter, Chemiker hier mittheilt, und durch welche demselben nur eine richtige Vermuthung, neben zweien irrigen, möglich wurde, mögen einen Beweis geben, auf welcher Stufe zu jener Zeit die Chemie stand. Damals noch eine blosse „Scheidekunst“, ist dieselbe seitdem eine exakte Wissenschaft geworden, auf deren Anfragen die Natur stets die bestimmtesten Ant-

*) Der sogenannte „krystallisirte Sandstein“ ist ein Kalkspath, welcher sich aus dem kalkhaltigen Wasser im lockeren Sande bildet und dabei die Sandkörnchen in sich einschliesst. V.

**) Diese „Kreidekrystalle“ sind Kalkspathkrystalle, welche sich in Klüften der kieselreichen Kreidelager finden und für deren Substanz sich theilweise Kieselerde substituirt hat; sie gehören zu den Erscheinungen im Mineralreiche, welche man Pseudomorphosen nennt. V. 2

worten ertheilen muss. Die chemische Untersuchungsmethode bestand damals noch in einem meistens ziemlich rathlosen Probiren, bei welchem sich nur allzuoft der Chemiker über die Frage, welche er mit seinem Versuche an die Natur stellte, selber ganz unklar war. So ergaben Ilseemann's Untersuchungen zwar die richtige Vermuthung, dass die „cubischen Krystalle“ Bittersalzerde (Magnesia, Talkerde) enthielten; allein er schloss dieses theilweise aus einem Verhalten, welches man nur aus Irrthum damals der Bittersalzerde zuschrieb, nämlich der Grünfärbung der Flamme, welche in Wirklichkeit eine Eigenschaft der Borsäure ist, von welcher Ilseemann freilich keine Ahnung hatte. Dagegen die Kalk- und Kieselerde vermuthete dieser Chemiker ganz mit Unrecht, da sie nichts mit dem Borazite zu schaffen haben.

Zweiter Abschnitt.

Neu entdecktes Sedativsalz.

Einer der gediegensten Chemiker jener Zeit war der Apotheker Westrumb in Hameln. Diesem war es vorbehalten, in dem Borazite die Borsäure zu entdecken, eine Entdeckung, deren Bedeutung keine geringe war. Zwar kannte man zu jener Zeit den Borax (oder das borsaure Natron) sehr wohl von Alters her und verwandte denselben in den Gewerben, wie z. B. zum Löthen bei der Spengler- oder Klempnerarbeit u. s. w., sehr allgemein; allein man hielt denselben für eine künstliche geheime Komposition, nicht für ein Naturprodukt*). Man nannte die krystallisirte

*) Der Borax findet sich in hübschen Krystallen am Ufer und auf dem Grunde gewisser Seen in Tibet in Mittelasien und heisst dort Tinkal. Borsäure, welche die Eigenschaft hat, sich mit Wasserdämpfen zu verflüchtigen, wird in einigen Gegenden Toskanas, besonders bei Sasso, durch heisse Dämpfe aus dem Erdboden mit heraufgeführt und

Borsäure damals in der Chemie „Sedativsalz“ und die in diesem Salze vermuthete Säure „Sedativsäure.“ Westrumb entdeckte nun in den Borazitkrystallen diese Säure, welche man seitdem in mehreren der interessantesten Mineralien als wesentlichen Bestandtheil kennen gelernt hat. Halb triumphirend, halb schüchtern trat Westrumb mit seiner Entdeckung hervor; er wagte nicht, die Hoffnungen auszusprechen, mit welchen dieselbe ihn erfüllte, indem er die Lösung eines der wichtigsten Räthsel der Natur, auf welche damals die Blicke der Forscher gerichtet waren, von dieser Entdeckung hoffte. Westrumb schrieb über seinen Fund an Crell, welcher letztere die Wissbegier der eifrigen Chemiker dadurch reizte, dass er vorläufig folgende Notiz in seine Zeitschrift rückte⁴⁾:

„Hr. Westrumb hat die sehr merkwürdige Entdeckung, bey Zerlegung des Lüneburger sogenannten kubischen Quarzes gemacht, dass er, ausser der Kalk- und Bittererde noch ein saures Salz enthalte: welches aber: — — Dies voraus anzugeben, mag den Forschungsgeist der Naturkundiger bis zum nächsten Stücke unterhalten.“ Im folgenden Stücke⁵⁾ ward dann Westrumb's Mittheilung veröffentlicht. „Neuentdecktes Sedativsalz im Lüneburgischen sogenannten cubischen Quarz.“ „Ich habe das Vergnügen, Ihnen eine Entdeckung zu melden, worüber ich mich freue, dass sie in Deutschland und an einem Produkte meines Vaterlandes gemacht ist. Ich unternahm die Zerlegung des lüneburgischen cubischen Quarzes, und fand in demselben am Ende der Untersuchung, was ich im Anfange durchaus nicht erwartete noch vermuthete, nemlich Sedativsalz. Zuerst bearbeitete ich 100 Gran von jenem, weil ich ihn für Quarz hielt, geradezu mit Alkali u. s. w. Ich bemerkte Kiesel-, Kalk-, Bitter-Erde, Thon, Eisen, und übersahe das Sedativsalz (wahrscheinlich mit Erden gebunden, in Form von Kieselerde) ganz. Wie oft mag es vielleicht nicht so den

scheidet sich an der Oberfläche in dem erkaltenden Wasser in Form dünner krystallischer Schüppchen ab. Dieselbe rührt wahrscheinlich von Mineralien her, welche Borsäure enthalten. Man benutzt sie zur künstlichen Bildung von Borax; roh heisst sie Sassolin.

Augen der Chemisten entflohen seyn! 50 Gran bearbeitete ich geradezu mit Salpeter-, dann mit Vitriol-Säure, Weingeist u. s. w. und erhielt sublimirtes und krystallisirtes Sedativsalz. 50 Gran behandelte ich eben so mit Salz- und Vitriolsäure; zuletzt wiederholte ich die Zerlegung mit blosser Vitriolsäure. Nach allen diesen Versuchen fand ich die Bestandtheile jenes Steins in folgenden Verhältnissen:

Sedativsalz, etwa $\frac{6}{10}$,
 Kalkerde, Bittererde, von jeder etwa $\frac{1}{10}$,
 Thonerde, Kiesel $\frac{2}{100}$,
 Eisen $\frac{1}{200}$ bis $\frac{2}{200}$.

Das Sedativsalz ist in Weingeist auflöslich, schmelzt vor sich zu Glas, lässt sich crystallisiren, und sublimiren, treibt Salz- und Salpetersäure aus, fällt Quecksilber gelb: (wie Sie mit beygehender Probe leicht versuchen können:) nur ist seine Scheidung und überhaupt die Zerlegung des Steins äusserst schwer. Borax sende ich Ihnen demnächst: um schöne Krystallen aus der kleinen Menge zu erhalten, die ich nehmen konnte, muss ich die Lauge der freywilligen Abdunstung in den Sonnenstrahlen überlassen.

„Wichtig für die Mineralogie, und für die Lehre der Krystallisation im Steinreich, wird diese Entdeckung wohl seyn, weil sie Aufschlüsse geben kann, wo bisher alles noch dunkel war. Oft mag dieses Salz wohl schon in den Händen der Scheidekünstler gewesen, und ihren Augen in der Gestalt von Erde entwischt seyn. Ich bedaure es, dass ich nicht so viel von dem Steine erhalten kann, um einmahl mehrere 100 Grane zum Versuche zu nehmen, und um die Zerlegung ganz genau anstellen zu können: denn ich kann es nicht dahin bringen, wie manche Scheidekünstler, dass ich in sehr kleinen Mengen, die Verhältnisse haarscharf angeben kann. — —“

Um dieselbe Zeit nahm auch der Apotheker Heyer in Braunschweig sehr ausgedehnte Untersuchungen mit den Borazitkrystallen vor, während deren ein Brief von Westrumb ihn gerade rechtzeitig von der Entdeckung des „Sedativsalzes“ in Kenntniss setzte, um dessen Versuche bestätigen zu können. Heyer theilte seine Versuche ebenfalls sehr

ausführlich in Crell's Annalen mit⁶⁾. Er erklärte den kubischen Quarz für einen „kalkartigen Borax“ und nannte ihn Tinkal calcareus. Ihm widerfuhr es, den früheren Irrthum der Verwechslung von Borazit und Quarz umgekehrt geltend zu machen, indem er die Quarzkrystalle mit für Borazitkrystalle gehen liess. „Einige der wenigen Krystallen, welche ich zu nachstehenden Versuchen theils von einem Freunde aus Lüneburg, theils von unserm Herrn Leibarzt Brückmann erhielt, stellten vollkommene Würfel mit abgestumpften Kanten vor, die mehresten aber würde man bey dem ersten Blick für gedoppelte Quarzpiramiden halten.“ Leider fehlte diesem Naturforscher der Muth, welcher allein zur Ermittlung der Wahrheit führt, der Muth zu zweifeln. Er getraute sich nicht, den Unterschied, welchen seine Augen sahen, entschieden anzuerkennen, sondern lenkte schnell wieder ein, um mit einem Lasius nicht in Widerspruch zu gerathen: „bey genauer Betrachtung aber, war es dieselbe Krystallisation, nur dass einige Flächen in die Länge gedehnt waren: alle, sowohl diese als die Würfeln, hatten 26 Flächen; jedoch die äussere Form hat Hr. Lasius sehr genau beschrieben, ich habe daher nicht nöthig mich länger dabey aufzuhalten.“ — Übrigens verfolgte Heyer sogleich die technische Richtung, für welche derselbe sich von der neuen Entdeckung wichtige Erfolge versprach. Zu der Hoffnung, dass sich das boraxsäurehaltige Mineral in Lüneburg in grösserer Menge finden würde, fügt er hinzu: „und es ist immer der Mühe werth, dass auch andere Naturforscher ihre in ihrer Gegend sich findenden Gipsbrüche untersuchten, indem es immer höchstwahrscheinlich ist, dass sie sich auch in mehrern Gegenden Deutschlands finden, um auch in der Folge das Geld für Borax bey uns zu behalten.“ Heyer stellte mit Hülfe des Borazites wirklich Borax und Borsäure dar.

Indessen setzte auch Westrumb seine Versuche fort und veröffentlichte die Ergebnisse derselben im folgenden Jahre in den Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin⁷⁾, welche damals eine der thätigsten und angesehensten Vereinigungen zur Förderung der Naturkunde war

und welche den Entdecker des Borazites, Lasius, zu ihrem auswärtigen Mitgliede ernannte. Welch grosse Hoffnungen Westrumb — aber nur wissenschaftliche waren es — welche Hoffnungen Westrumb hegte, das drückt sich durch das Motto seiner Mittheilung aus; er glaubte die Erfüllung jenes Wortes des Seneca vor sich zu sehen: Die Zeit wird kommen, wo das Verborgne an das Tageslicht gebracht wird *). Je mehr zu jener Zeit die Kunde von den Krystallformen der Mineralien fortschritt, um so mehr beschäftigten sich die Forscher denkend mit Vermuthungen über die Ursachen dieser Formen, welche man damals noch nicht als Eigenschaften der Substanzen betrachtete. Westrumb hoffte nun nichts mehr und nichts weniger, als in der Borsäure die Ursache der Krystallisation gefunden zu haben. „Wahrscheinlich wird man bey mehrerem Forschen, die Sedativsäure auch in anderen Stoffen des Mineralreiches finden; — vielleicht in sehr vielen; — vielleicht in den sogenannten edlen Steinen **). Hoffentlich wird sie uns dann Aufschluss in so manchem dunkeln Felde der Mineralogie, und vorzüglich in der Lehre von den Ursachen der krystallinischen Form so mancher Körper des Mineralreiches gewähren. Ich breche hier ab, um mich nicht in einem Meere von Muthmassungen zu verlihren, um nicht Folgerungen zu ziehen, ehe ich der Thatsachen genug habe, und überlasse dies erfahrenen Mineralogen.“ Freilich wurden diese wissenschaftlichen Hoffnungen Westrumb's nicht minder getäuscht, als die materielleren, welche Heyer gehegt hatte. Allein immerhin begründete die Entdeckung der Borsäure im Mineralreiche einen wesentlichen Fortschritt der Wissenschaft. Nächst Westrumb's, wirklich von höherem Genie geleitetem, Fleisse, verdankt man diesen Fortschritt dem würdigen Lasius. Weit entfernt, seine Borazitschätze als „Kuriositäten“ in den Schauschrank zu sperren und — wie unwürdige Thoren selbst in unseren Zeiten leider! mit-

*) Veniet tempus, quo ista, quae nunc latent, in lucem dies extrahet.

**) „Edle Steine“ nannte man damals noch häufig die in Krystallformen auftretenden — gemmae des Plinius und des, lateinisch schreibenden, Vaters der Deutschen Mineralogie, Johann Baur genannt Agricola.

unter noch thun — über dieselben desto glücklicher zu sein, je rarer, unbekannter (und somit nutzloser) dieselben waren, theilte er, obgleich es ihm nicht gelungen war, grosse Vorräthe zu erhalten, allen Freunden der Wissenschaft freigebigst von denselben mit und opferte, um Westrumb's Untersuchungen möglich zu machen, anfangs sogar diesem seinen ganzen Vorrath. Das war ein Naturforscher; er wollte nicht besitzen, sondern lieber wissen! Westrumb berichtet selbst: „Der Güte dieses meines verehrungswürdigen Freundes verdanke ich es, dass ich diesen sonderbaren Stein einer Prüfung habe unterwerfen können. Denn da er sich nicht häufig findet, und nur mit Gefahr gewonnen wird, so würde ich, wenn er mir nicht anfangs seinen ganzen Vorrath aufgeopfert hätte, bey der ersten Untersuchung stehen geblieben seyn, und dann hätte ich die Entdeckung nicht gemacht, die ich durch wiederholte Untersuchung zu machen das Glück hatte.“

Westrumb schreibt die grüne Färbung der Flamme, welche er bei seinen Untersuchungen bemerkte, schon ganz richtig der Borsäure zu: „Der Aufschluss aller mir unerklärlichen Erscheinungen war nun gefunden — ich hatte Sedativsalz vor mir und der vermeinte Quarzkrystall war nichts anders, als Sedativsäure, an säurestüpfende Erden gebunden.“ Das Resultat der ganzen Zerlegung giebt Westrumb in folgenden Verhältnissen der Bestandtheile an:

Sedativsalz krystallisirt, 100 Gran geschmolzen *)	66 — 68 Gran.
Bittersalzerde, luft- und wasserleer	13 $\frac{1}{3}$ — 13 $\frac{1}{2}$ „
Kalkerde, luft- und wasserleer	10 $\frac{1}{2}$ — 11 „
Alaunerde, luft- und wasserleer	1 — 1 „
Eisenkalk	1 — 1 $\frac{3}{4}$ „
Kieselerde	1 — 2 „
	93 $\frac{5}{6}$ — 96 $\frac{1}{4}$ Gran.
Verlust	6 $\frac{1}{6}$ — 3 $\frac{3}{4}$ Gran.

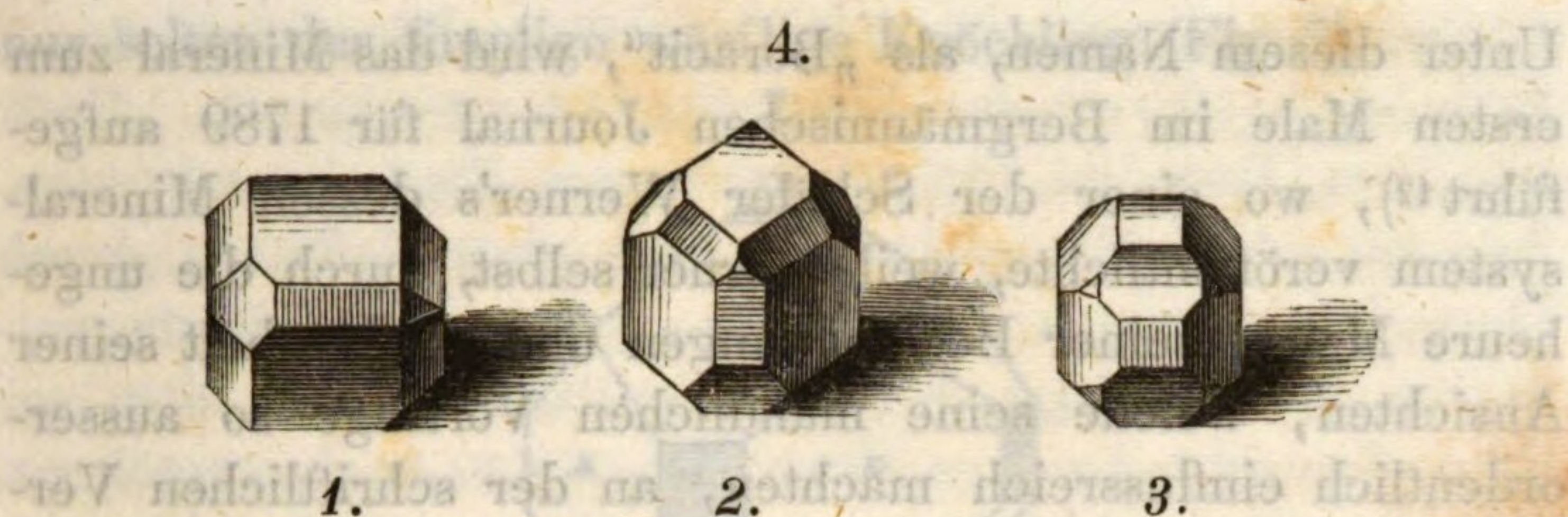
Nach unserer heutigen Benennungsweise würden obige Bestandtheile sein: Borsäure 66 — 68 $\frac{0}{0}$ (dem richtigen Ver-

*) D. h. wasserfrei berechnet.

hältnisse ziemlich nahe), Magnesia, Kalkerde, Thonerde, Eisenoxyd, Kieselerde. In Betreff der Thonerde und der Kieselerde vermuthet Westrumb selber, dass sie nicht wirkliche Bestandtheile der untersuchten Krystalle, sondern bei der Zerreibung im Steinmörser von diesem abgerieben und so eingemengt seien. Unerklärlich bleibt der Fehler, in Folge dessen Westrumb so viel Kalkerde fand, welche im Borazite ebenfalls nicht vorhanden ist und als welche er offenbar einen Theil der Magnesia angenommen hat; die Summe der von ihm berechneten Bittersalzerde und Kalkerde ($24\frac{1}{2}\frac{0}{0}$) bleibt noch beträchtlich unter dem wahren Verhältnisse der Magnesia.

Westrumb nannte unsern Borazit nunmehr: Sedativsauren Bitter- und Kalkerde-Spath. In einer französischen Übersetzung seines gründlichen Aufsatzes in den wichtigen Annales de chimie ⁸⁾, wo die französische Sorgfalt aus unserem Landsmann Lasius einen „Monsieur Lalins“ macht, wird dafür die Bezeichnung: Borate magnésio-calcaire gewählt, sowie in der ebendasselbst abgedruckten Übersetzung ⁹⁾ des obigen Aufsatzes von Heyer die Bezeichnung Borate calcaire gebraucht wird.

In derselben Gesellschaftsschrift, in welcher Westrumb's zuletzt genannte Abhandlung bekannt gemacht wurde ¹⁰⁾, gab kurz hernach Lasius ¹¹⁾ eine sehr ausführliche und genaue Beschreibung der Krystallformen des „Sedativspathes“, wie er ihn nunmehr kurz nannte, nebst den ersten Abbildungen derselben, welche uns zugleich die sichere Nachricht geben, dass zu jener Zeit einzelne sehr grosse Krystalle gefunden worden waren, wie sie erst im vorigen Jahre wieder ähnlich vorgekommen sind. Lasius sagt: „Ich habe die grössten Exemplare, die Riesen unter diesen Kristallen, die mir sind zu Händen gekommen, genau nach der Natur gezeichnet, dass man also in dieser Abbildung eine ausserordentlich seltene Grösse Kristallen vorgestellt findet: denn gewöhnlich sind sie nicht einmal den 8ten, gemeiniglich aber nur etwan den 28ten Theil so gross.“ Die Abbildungen haben wir nach Lasius hier Fig. 4 (1. 2. 3.)



so genau als möglich kopirt (jedoch ohne die zugleich daneben gegebene Entwicklung des Flächennetzes auf einer Ebene). Die Zeichnungen lassen recht viel zu wünschen übrig; sie sind nach der Manier de l'Isle's schattirt, welche man seitdem nicht mehr anwendet.

Dritter Abschnitt.

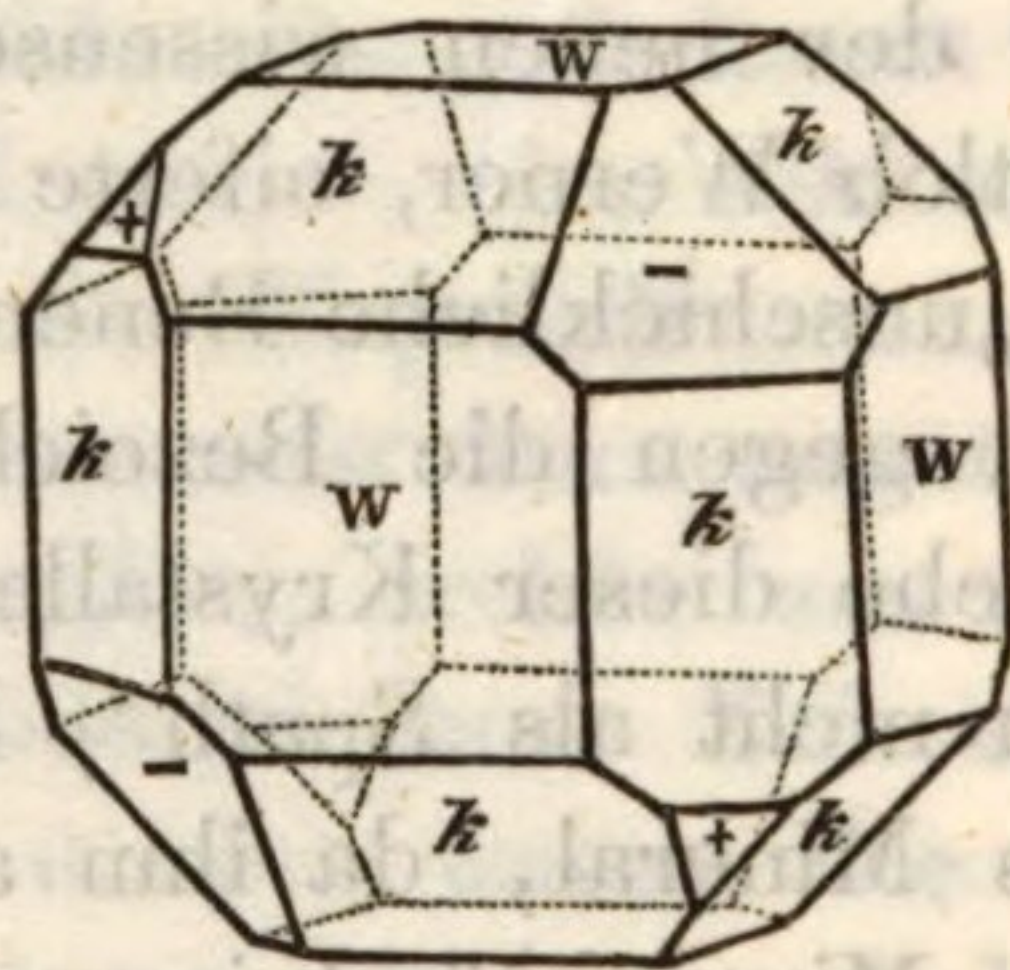
Borazit.

Der Begründer der neuen wissenschaftlichen Mineralogie, Abraham Gottlob Werner, eiferte in seinen Vorlesungen sehr gegen die „unschickliche Benennung“ kubischer Quarz, sowie auch gegen die Bezeichnung Westrumb's. Da das innere Gewebe dieser Krystalle nicht blättrig sei, so können dieselben nicht als Spath*) bezeichnet werden. Werner nannte das Mineral, da ihm auch der, zu jener Zeit schon manchen Missverständnissen ausgesetzte, Name der Sedativsäure zu unbestimmt war und er dafür lieber Boraxsäure sagte, boraxsaurer Kalkstein oder Lateinisch Calcareus boracites, woraus er dann wieder die kürzere, in allen Sprachen brauchbare Benennung Borazit herleitete.

*) Das Wort Spath, der alte deutsche Ausdruck für Krystall, hat seinen Stamm im Sanskrit und bedeutet, ganz gemäss der Anwendung des Wortes in der Deutschen Bergmannssprache, „spaltbarer Stein“.

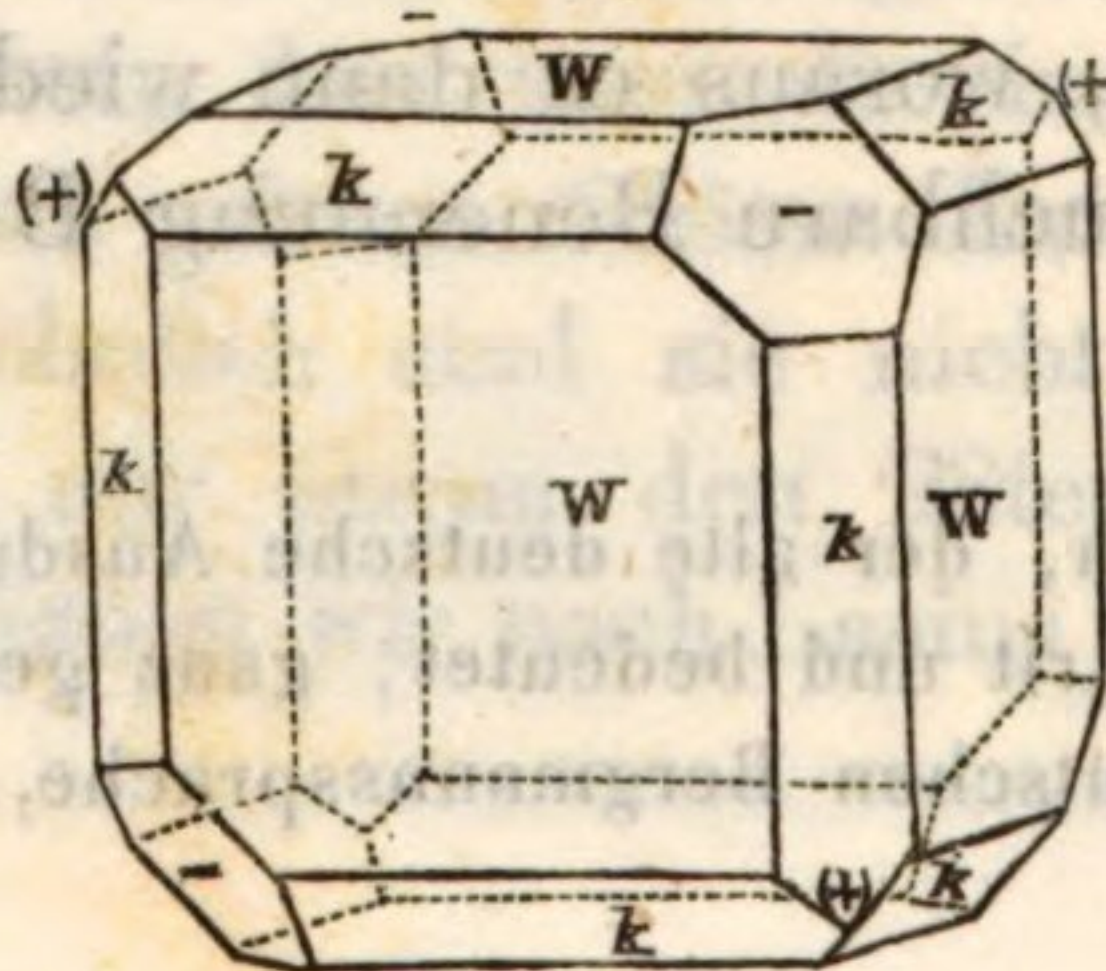
Unter diesem Namen, als „Boracit“, wird das Mineral zum ersten Male im Bergmännischen Journal für 1789 aufgeführt¹²⁾, wo einer der Schüler Werner's dessen Mineralsystem veröffentlichte, weil Werner selbst, durch die ungeheure Menge seiner Beobachtungen und die Neuheit seiner Ansichten, welche seine mündlichen Vorträge so ausserordentlich einflussreich machten, an der schriftlichen Veröffentlichung seiner Wissenschaft behindert wurde. Der Borazit bildet bei Werner die einzige boraxsaure Kalkgattung. Schon Gmelin¹³⁾ führte nun 1790 ebenfalls den „Boracit“ auf; wir finden dieselbe Benennung als „Boracite“ wenigstens neben den Bezeichnungen Chaux boracique, Borate de chaux und Borate magnésio-calcaire in der Beschreibung der berühmten Mineraliensammlung des Fräuleins von Raab¹⁴⁾ und als „Borazit“ in der Rezension¹⁵⁾ von Westrumb's „chemischer Untersuchung der sogenannten kubischen Quarzkristallen von Lüneburg“ von H. (Hoffmann). In der letztgenannten Schrift giebt der kundige Rezensent die Beschreibung der Formen, welche er zu sehen Gelegenheit gehabt habe; es ist der rechts- und linkstimplige knöchlige Würfling mit 26 Flächen (Fig. 5)

5.



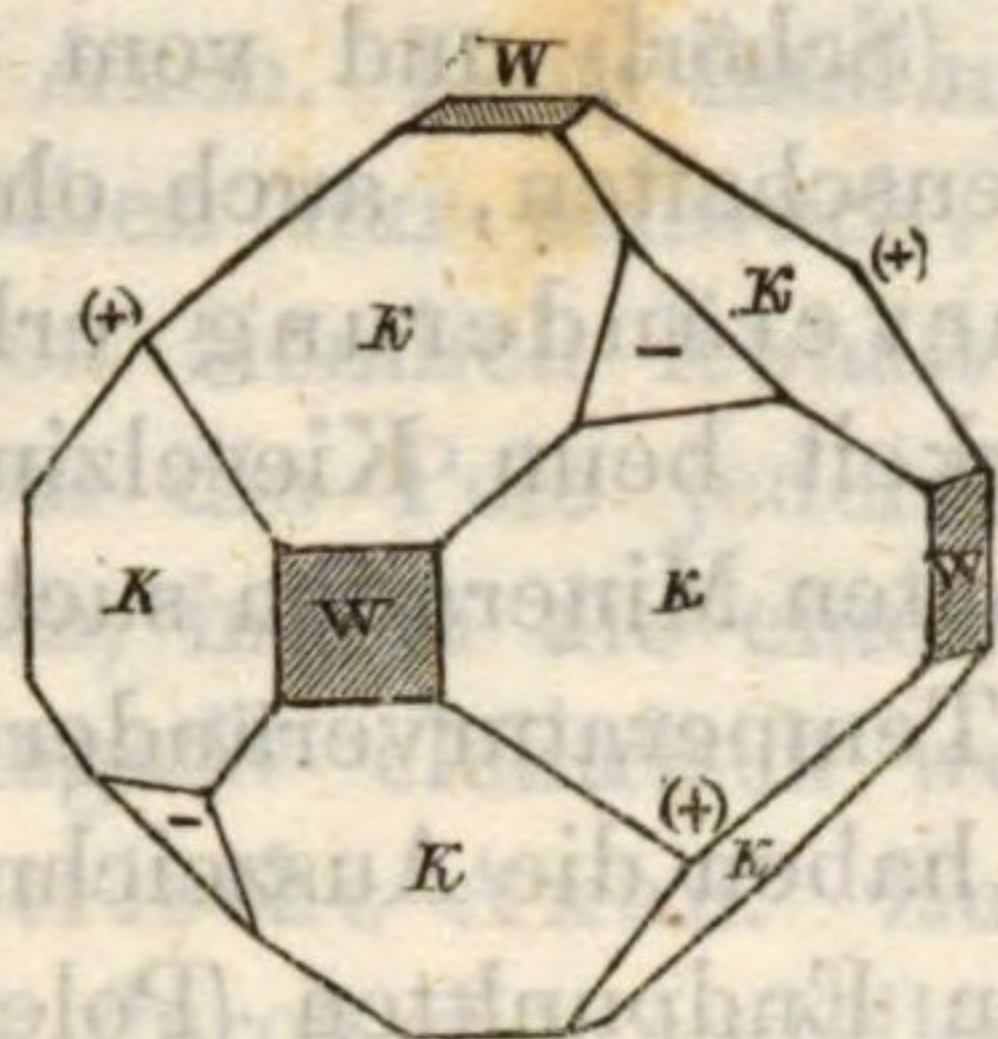
und der timplige knöchlige Würfling mit 22 Flächen (Fig. 6),

6.



nur selten der timplige würflige Knöchling (Fig. 7).

7.



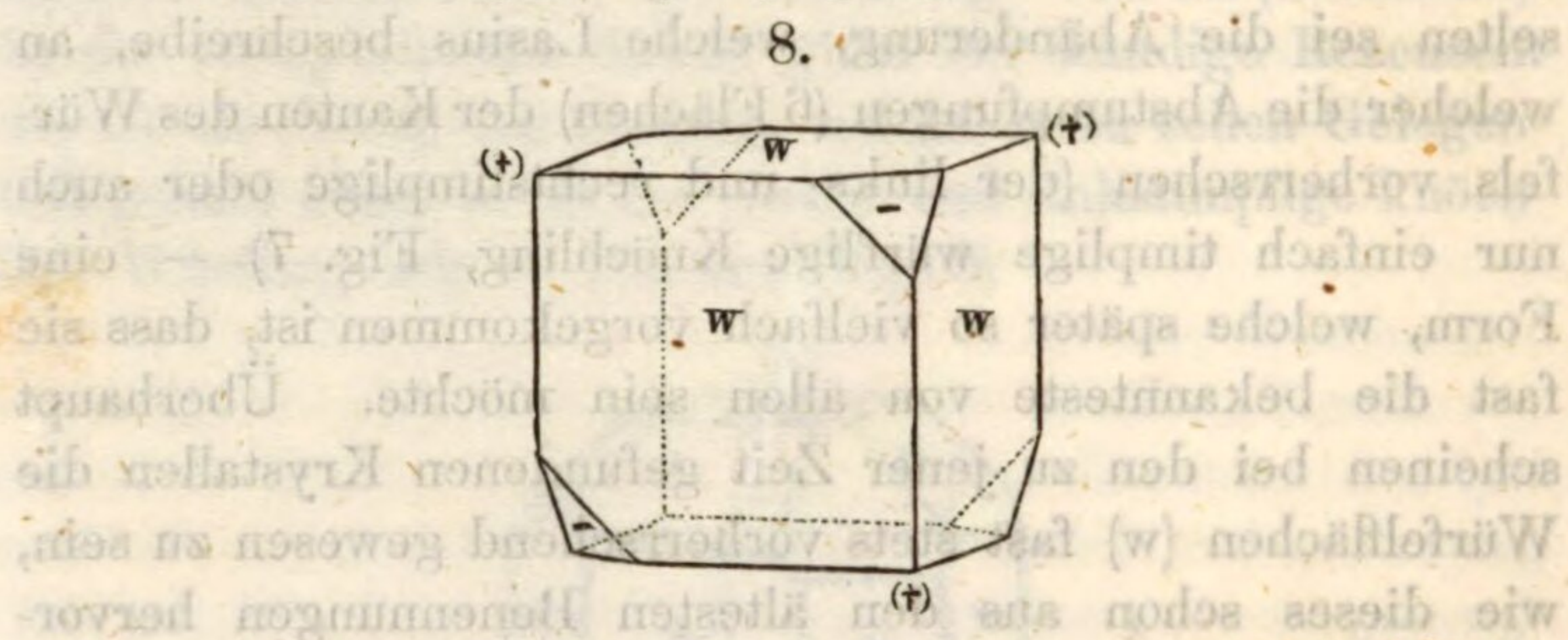
Derselbe Rezensent wundert sich, indem er den Aufsatz von Lasius „über die Kristallisation des Sedativspathes“ bespricht¹⁶⁾, dass dieser sage, die Krystalle fänden sich nie anders, als in Würfeln, die an allen Kanten und Ecken abgestumpft und also 26flächig seien, da er diesen Fall nur sehr selten beobachtet, an anderen aber einen Theil dieser Flächen selbst unter einer guten Lupe vermisst habe. Höchst selten sei die Abänderung, welche Lasius beschreibe, an welcher die Abstumpfungen (6 Flächen) der Kanten des Würfels vorherrschen (der links- und rechtstimplige oder auch nur einfach timplige würflige Knöchling, Fig. 7) — eine Form, welche später so vielfach vorgekommen ist, dass sie fast die bekannteste von allen sein möchte. Überhaupt scheinen bei den zu jener Zeit gefundenen Krystallen die Würfelflächen (w) fast stets vorherrschend gewesen zu sein, wie dieses schon aus den ältesten Benennungen hervorgeht^{*)}.

Wie rasch die mineralogische Neuigkeit von Lüneburg sich durch die Mittheilungen wissenschaftlicher Freunde verbreitete, dies erhellt aus dem Umstande, dass schon im April 1791 eine Abhandlung erschien¹⁷⁾, durch welche ein ausgezeichnete französischer Mineraloge, der besonders um die Ausbildung der Krystallographie so hochverdiente Abbé Haüy^{**)} eine der interessantesten Beobachtungen bekannt machte, zu welchen der Borazit Gelegenheit geboten hat.

^{*)} Gegenwärtig soll dieses auch wieder der Fall sein.

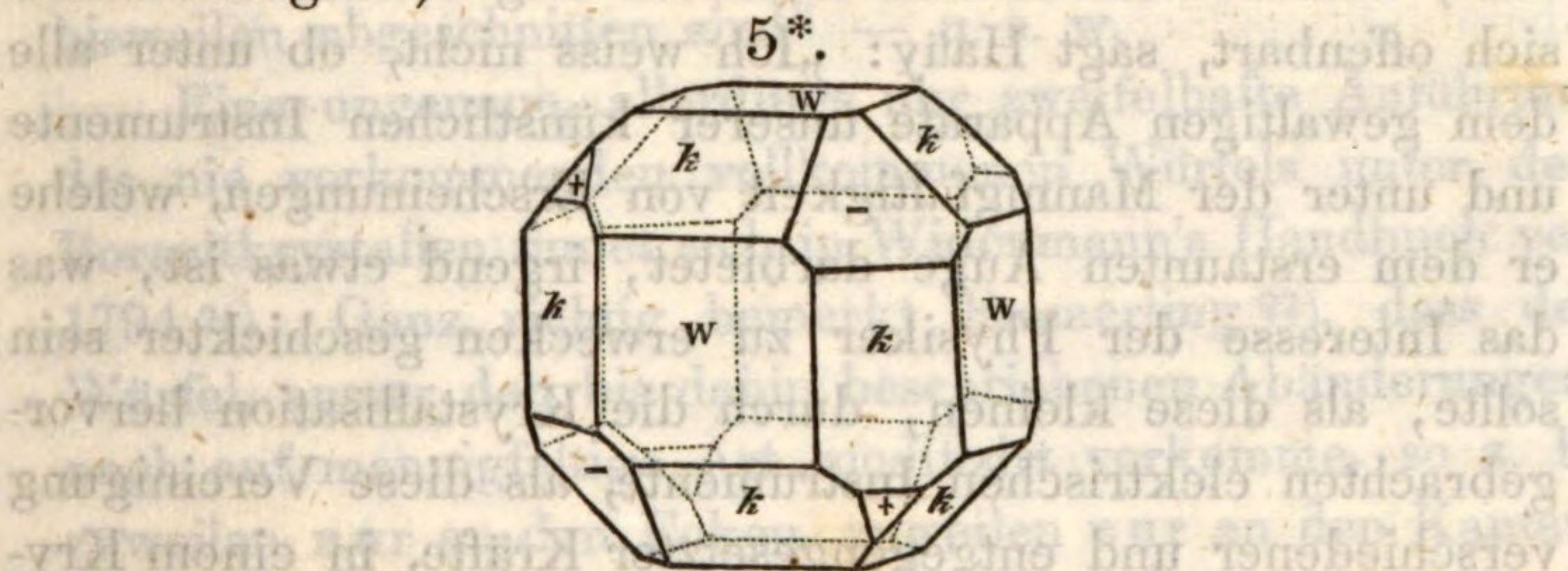
^{**)} Sprich A-ü-i.

Längst kannte man die Fähigkeit vieler Mineralien, durch Reibung elektrische Eigenschaften zu erlangen. Doch nur vom Turmalin (Schörl) und vom Topas wusste man, dass sie solche Eigenschaften, auch ohne Reibung, durch blosse Temperaturveränderung erlangen. Häüy entdeckte diese Fähigkeit beim Kieselzink¹⁸⁾; bei allen anderen damals bekannten Mineralien suchte er sie vergebens. Alle diese, durch Temperaturveränderung elektrisch werdenden, Mineralien haben die Auszeichnung, dass ihre Krystalle an den beiden Endpunkten (Polen) ihrer Hauptrichtung (Axe) verschiedenartige Flächen zeigen. Die Elektrizität äussert sich stets an diesen beiden Polen in entgegengesetzter Weise; erwärmt man einen Krystall, so wird das eine Ende positiv, das andere negativ elektrisch, und bei der Abkühlung kehren diese Elektrizitäten sich um. Von den acht Ecken der Borazitwürflinge sind entweder nur vier durch Flächen abgestumpft (Fig. 8),



oder, wenn alle acht abgestumpft sind, so zeigt sich doch darin eine Ungleichheit, dass vier stärker abgestumpft sind, also grössere Abstumpfungsflächen haben, als die vier anderen. Von den vier Ecken, welche eine Würfelfläche berührt, sind immer zwei sich gegenüber liegende stärker abgestumpft, als die beiden anderen; nie stimmen zwei an einer Kante liegende Ecken mit einander überein. Die Folge davon ist, dass eine jede Linie, welche man sich von irgend einer Ecke des Würfels durch dessen Mittelpunkt zur entgegengesetzten Ecke gezogen denken kann, mit einem Ende eine unabgestumpfte oder nur wenig abgestumpfte und mit dem anderen Ende eine stärker abgestumpfte Ecke berührt. Man

kann diese Linien ebenfalls Axen nennen und ihre Enden Pole. Da der Würfel acht Ecken hat, so giebt es in demselben vier solcher Axen. Haüy fand nun, dass die Borazitkrystalle durch Reiben nur schwach, durch Temperaturveränderung dagegen ziemlich lebhaft elektrisch werden, und dass dabei stets die Pole jeder der vier Axen sich verschieden verhalten, indem die einen vier Ecken positiv, die anderen vier negativ elektrisch werden. Der Borazit hat also vier elektrische Axen. Zur Untersuchung angereizt wurde Haüy durch die auffallende Verschiedenheit in der Ausbildung der Ecken der würfelförmigen Krystalle, welche in seine Hände gelangt waren. Bei denselben waren vier Ecken deutlich abgestumpft, die vier andern aber so frei von jeder Abstumpfung, dass Haüy glaubte, Westrumb's Beobachtung von Krystallen mit 26 Flächen (sechs Würfel-
flächen, acht Abstumpfungsflächen der Kanten und acht Abstumpfungsflächen der Ecken) beruhe wohl auf ungenauer Beobachtung. Beide hatten in gewissem Grade Recht; wie gesagt, wenn alle acht Ecken des Würfels abgestumpft sind, wie bei Fig. 5*,



so sind es doch stets vier viel stärker (-), als die vier anderen (+); auch ist der Glanz der einen vier Flächen (+) bedeutend matter, als bei den vier übrigen (-).

Zur Untersuchung bediente sich Haüy eines sehr einfachen Apparates, dessen Nachahmung leicht gelingt. Er befestigte an dem Ende einer Siegellackstange ein schwarzes Seidenfädchen von 3 bis 4 Linien Länge. Wird dieses Siegellack gerieben, z. B. am Rockärmel, so wird es negativ elektrisch. Nähert man nun die Spitze des Fadens einer Ecke des erwärmten Borazitkrystalls, so wird dasselbe sicht-

bar angezogen, wenn die Ecke positiv elektrisch, abgestossen dagegen, wenn es eine negativ elektrische Ecke ist. Verhältnisse, wie diese, sind von hohem Interesse. Bei unserer vollkommenen Unbekanntschaft mit den Ursachen derjenigen Erscheinungen von Anziehung oder Abstossung durch eine unsichtbare Gewalt, welche wir als Elektrizität bezeichnen, sowie mit den Ursachen der in ihren Winkelverhältnissen stets so vollkommen mathematisch bestimmten Krystallformen, in welchen die sogenannten „leblosen“ Naturkörper, die Mineralien, wachsen, bei unserer Unbekanntschaft, sage ich, mit den Ursachen der Elektrizität und der Krystallisation, scheint es uns, als werde durch den Zusammenhang, welcher hier zwischen beiden sich offenbart, über beide ein schwacher Dämmerchein wenigstens von einem Lichte verbreitet, welches vielleicht unserer Generation noch nicht in voller Klarheit erscheinen wird. Wir kommen auf diesen Gegenstand zurück, den Haüy's Untersuchungen bekannt gemacht, aber nicht erschöpft haben.

Vertieft in andachtsvollem Sinnen über die Wundertiefe, welche auch in dem kleinsten Gegenstande der Natur sich offenbart, sagt Haüy: „Ich weiss nicht, ob unter alle dem gewaltigen Apparate unserer künstlichen Instrumente und unter der Mannigfaltigkeit von Erscheinungen, welche er dem erstaunten Auge darbietet, irgend etwas ist, was das Interesse der Physiker zu erwecken geschickter sein sollte, als diese kleinen, durch die Krystallisation hervorgebrachten elektrischen Instrumente, als diese Vereinigung verschiedener und entgegengesetzter Kräfte, in einem Krystalle zusammengedrängt, der oft nicht zwei Millimeter in der Dicke hat, und hier drängt sich abermals die schon so oft gemachte Bemerkung auf, dass die Naturprodukte, die sich vor unseren Blicken verbergen zu wollen scheinen, oft gerade die sind, welche uns am meisten zu zeigen haben.“

Studirt man die Geschichte einer Wissenschaft, sei es im allgemeinen Umfange, oder sei es in dem einzelnsten Gegenstande — wie wir hier in dem Borazite — so bewährt sich uns stets das wahre Wort: es sind Viele berufen, aber Wenige sind auserwählt. Unter den Vielen, die „aus

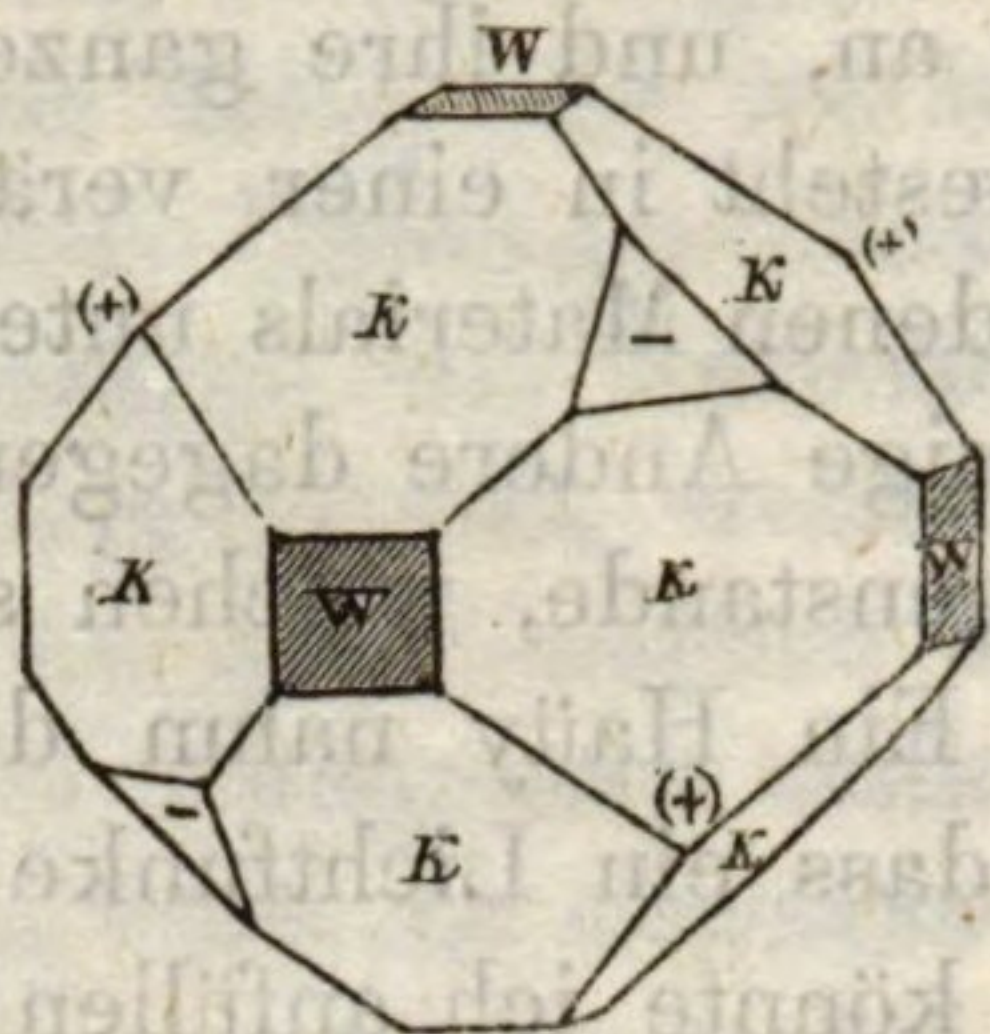
Beruf“ sich mit der Wissenschaft beschäftigen, eignen die Meisten sich nur das, was Andere ermittelten, mehr oder weniger vollständig an, und ihre ganze Selbstthätigkeit in der Wissenschaft besteht in einer veränderten Zusammenstellung des vorhandenen Materials unter verschiedenen Gesichtspunkten. Wenige Andere dagegen locken einen Funken aus jedem Gegenstande, welchen sie, wie leicht auch immer, berühren. Ein Haüy nahm den Borazit nicht in seine Hand, ohne dass ein Lichtfunke demselben entlockt wurde; aber Seiten könnte ich anfüllen mit den Namen der Schriftsteller und Bücher, welche, obwohl aus Beruf mit dem Borazit sich beschäftigend, kein Verdienst um denselben haben, als dass sie Werner's Namen, Westrumb's chemische Analyse, Lasius' Beschreibung in immer neuer Weise zusammenschrieben. Da heisst es bei Lenz ¹⁹⁾: „C. Boraxsaure Kalchgattungen; Kalcherde mit Boraxsäure verbunden. Gattung Borazit. Calcareus Borazites“ u. s. w. — ja selbst in einer „Krystallographie des Mineralreichs“ ²⁰⁾, welcher der Borazit so viel Interessantes zu beobachten dargeboten hätte, nichts als „Würffeln, deren Rückenlinien und Ekke bisweilen abgeschnitten sind“ — u. s. w.

Eine ungenaue, allerdings nur zweifelhafte Anführung des nie vorkommenden vollkommenen Würfels unter den Borazitkrystallen findet sich in Widenmann's Handbuch von 1794 ²¹⁾. Ganz richtig bemerkt Emmerling ²²⁾, dass der Würfel, ausser den bis dahin beschriebenen Abänderungen, noch auf mannigfaltige Art modifizirt vorkomme, so z. B. zuweilen nur an den Ecken, zuweilen nur an den Kanten, zuweilen auch nur an einigen Ecken u. s. w. abgestumpft.

Der Mexikaner Del Rio korrigirte Haüy's Angabe über die Borazitkrystalle, indem er Westrumb's Beobachtung bestätigte. Er finde bei allen denen, welche er besitze, dass alle Ecken des Würfels abgestumpft, dabei aber gleichwohl abwechselnd positiv und negativ elektrisch seien ²³⁾.

J. Lud. Jordan bringt in seinen „geologisch-mineralogischen Bemerkungen über die Zeller- und Lüneburger-sandhaide“ ²⁴⁾ einige Beobachtungen über den Borazit, unter welchen nur die Anführung der „nur einmal vorgekomme-

nen“ Form mit vorherrschenden Knöchlingsflächen (Fig. 6*)



bemerkenswerth ist. Nach Jordan's Beschreibung würde man ungewiss bleiben, obgleich er ausdrücklich sagt: „Der Kristall hat also 12 sich vollkommen gleiche Rautenflächen und 14 Ecken“ — denn er erklärt diese Form so, dass die 8 Würfecken vollkommen abgestumpft seien, „so dass die Abstumpfungsflächen jedesmal in einen Punkt zu einer vierseitigen Pyramide zusammenlaufen.“ Aber die beigegebene Abbildung ²⁵⁾ zeigt einen vollkommenen (ziemlich grossen) Knöchling, dessen Flächen Jordan nur falsch ableitete (denn es sind die Knöchlingsflächen (k) nicht die Abstumpfungsflächen der Ecken, sondern die der Kanten des Würfels — es könnten ja sonst auch nur 8 sein!) und welcher auch ungenau, nämlich ganz ohne Spur von Würfel-flächen oder Timplingsflächen, gezeichnet ist, wie der Borazit-Knöchling nie vorkommt. Jordan stellte auch zuerst Betrachtungen über die Entstehung der Borazitkrystalle im Gypse des Kalkberges an. Allein ausser dem Beweise, dass diese scharfkantigen und eckigen Formen nicht etwa von einem anderen Orte herbeigeschwemmt und so in den Gyps gelangt sein könnten, weiss er nichts Haltbares zu sagen. Das Zerfressensein mancher Borazitkrystalle, ja das Vorkommen hohler Abdrücke derselben im Gyps erklärt er in einer allerdings sehr unklaren Weise.

Alles, was man am Anfange dieses Jahrhunderts über die Borazitkrystalle wusste, findet sich recht gut zusammengestellt in dem, seiner Zeit sehr brauchbaren, Lehrbuche der Mineralogie von Emmerling ²⁶⁾. Das einzige Neue, was wir hier finden, ist die Mittheilung der von Prof. Gross ge-

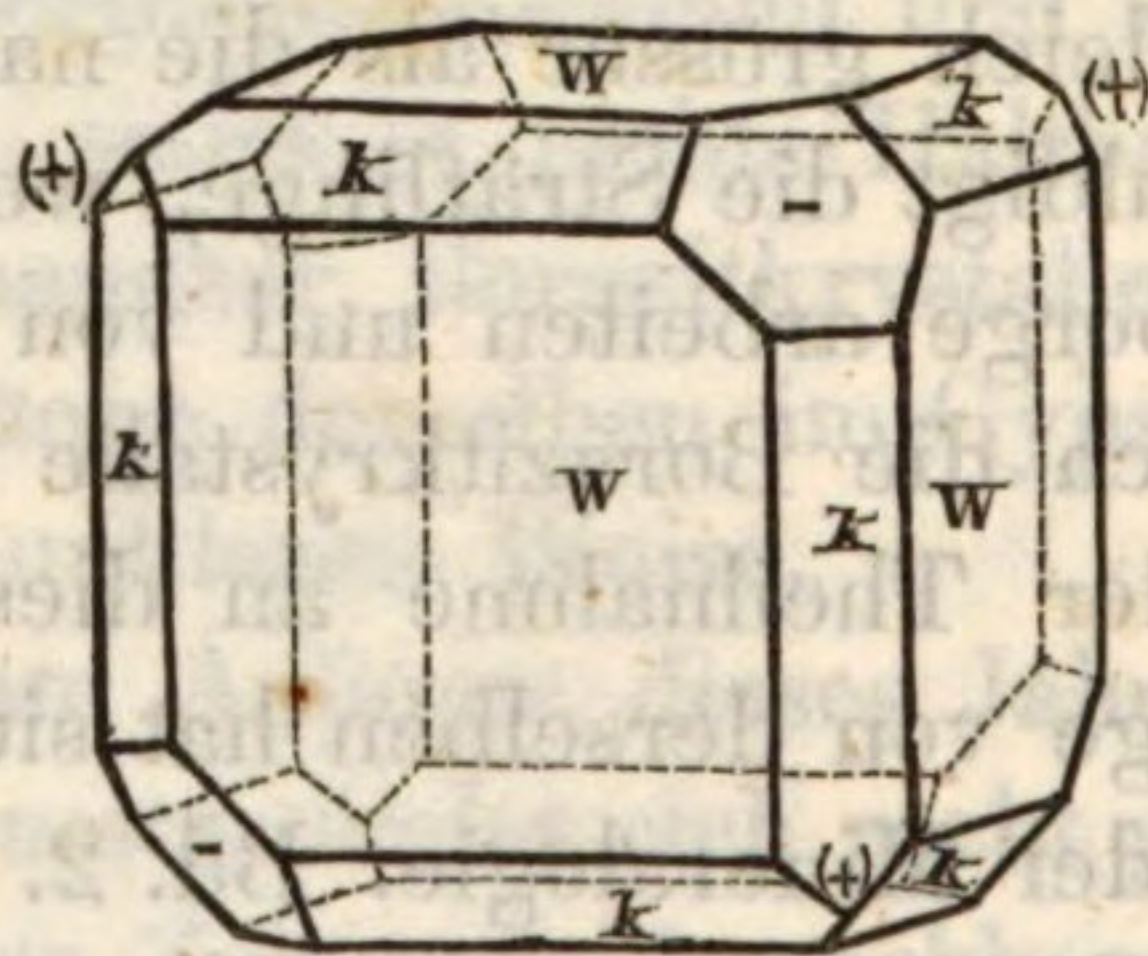
machten Beobachtung, dass die beim Erwärmen rege gewordenen Elektrizitäten sich beim Erkalten umkehren, was Haüy nicht bemerkt hatte. Haüy fand, ohne den Temperaturgang zu beachten, im Allgemeinen positive Elektrizität an den stärker abgestumpften Ecken, was daher rührt, dass er die Krystalle dem Feuer aussetzte und dann ohne Zweifel beim Erkalten untersuchte; Gross fand, dass beim Erkalten die stärker abgestumpften Ecken jedesmal positiv, die minder abgestumpften jedesmal negativ seien.

Die Nachfrage nach Borazitkrystallen mag um jene Zeit in Lüneburg recht gross gewesen sein. Wie viele Sammlungen Deutschlands, Frankreichs, Englands, Schwedens, selbst Russlands und Italiens wünschten solche zu besitzen — noch jetzt findet man sie fast überall nur spärlich. Besonders aber war wohl häufig der Wunsch geäussert worden, die Natur möge die netten Krystalle etwas grösser zugeschnitten haben, als sie nun in der Regel zu sein pflegen; denn solche „Riesen“, wie Lasius einige besessen hatte, waren nur wenige angetroffen. Da ist denn wirklich der Fall vorgekommen, dass Modelle von Borazitkrystallen aus Gyps oder anderen Massen geschnitzt und zum Theil sogar in Gypsstücke eingekittet, Unkundigen „wegen ihrer auffallenden Grösse oft ziemlich theuer“ verkauft wurden. In den Chemischen Annalen 27) vom Jahre 1797 klagt der damalige Leibmedikus Brückmann über diesen Betrug. Derselbe bemerkt, dass die Borazitkrystalle seit ihrer Entdeckung in Lüneburg nie eine grosse Seltenheit waren; aber die nachgemachten, deren verschiedene in seine Hände gelangt waren, seien „ungleich grösser als die natürlichen.“ Schon Brückmann beschuldigt die Sträflinge, welche in den Gypsbrüchen am Kalkberge arbeiten und von welchen auch vor einigen Jahren noch die Borazitkrystalle am leichtesten zu erhalten waren, der Theilnahme an dieser betrügerischen Industrie. Die Sage von derselben hat sich erhalten (Hausmann: Handbuch der Mineralogie. Bd. 2. pag. 1426); allein sie ist nicht mehr begründet. Allerdings wurden von den Sträflingen, dessen erinnere ich mich sehr wohl, häufig Quarzkrystalle für Borazitkrystalle angeboten; allein dies

geschah gewiss oft aus Unwissenheit des Verkäufers, künstliche Machwerke werden aber jetzt nie mehr feilgeboten *).

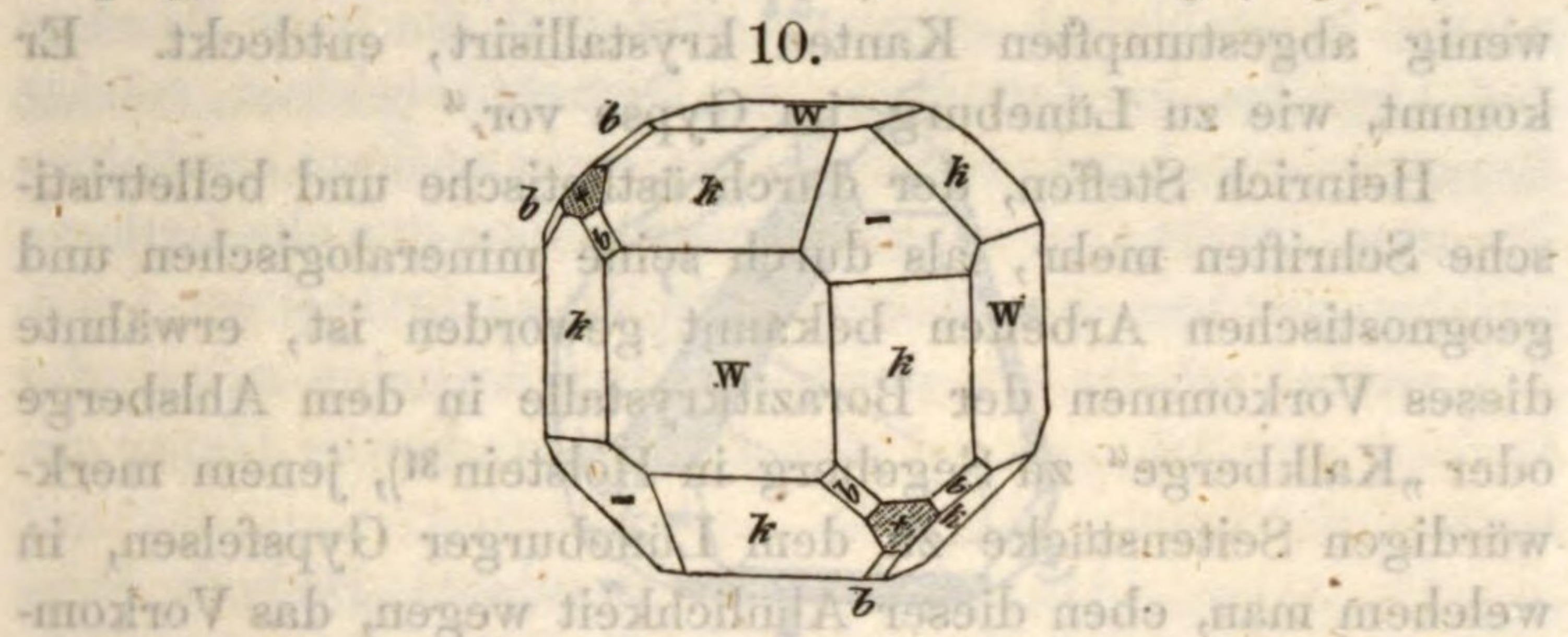
Noch immer war man im Irrthume über die Bestandtheile des Borazites; immer galt noch Westrumb's Angabe, welcher neben der Borsäure vorzüglich einen Kalkerdegehalt gefunden zu haben meinte. Der berühmte Französische Chemiker Vauquelin machte mit dem Nordamerikaner Smith im Anfange dieses Jahrhunderts zu Paris eine Untersuchung²⁸⁾, welche, obgleich das zu Gebote stehende Material zur Ausmittlung der Verhältnissmengen der Bestandtheile nicht genügte, doch so viel mit Bestimmtheit ergab, dass der Borazit gar keine Kalkerde als wesentlichen Bestandtheil enthalte, sondern nur aus Boraxsäure und Magnesia (Bittererde, Bittersalzerde, Talkerde) bestehe. Vauquelin glaubte 83,4 $\frac{0}{0}$ Boraxsäure und 16,6 $\frac{0}{0}$ Magnesia zu finden, was sich weit von dem wirklichen Verhältnisse entfernt. Allein die Qualität der Bestandtheile des Minerals war nunmehr doch ermittelt. In den deutschen Lehrbüchern der Mineralogie jener Zeit finden wir den Borazit noch immer als „boraxsaure Kalkgattung“, und, selbst in den besten, oft sehr mangelhafte Angaben über seine Krystallisationen²⁹⁾. Eine vorzügliche Bearbeitung des merkwürdigen Minerals bot dagegen das mineralogische Handbuch des scharfsinnigen Französischen Krystallographen³⁰⁾. Hier wird der Borazit zuerst als „boraxsaure Magnesia“ aufgeführt. Haüy kannte auch damals erst zwei Formenvarietäten, den timpligen knöchlichen Würfling (Fig. 9),

9.



*) Die grosse Nachfrage nach den Borazitkrystallen mochte wohl zu der in Lüneburg (noch bei meinen Kindheitszeiten, wie ich mich

welchen er als „magnésie boratée défective“ bezeichnete (welchen er bei seinen Untersuchungen über die Elektrizität nur allein gekannt hatte) und den rechtstimpligen, links-
timplig-höckertimpligen, knöchligen Würfling (Fig. 10)



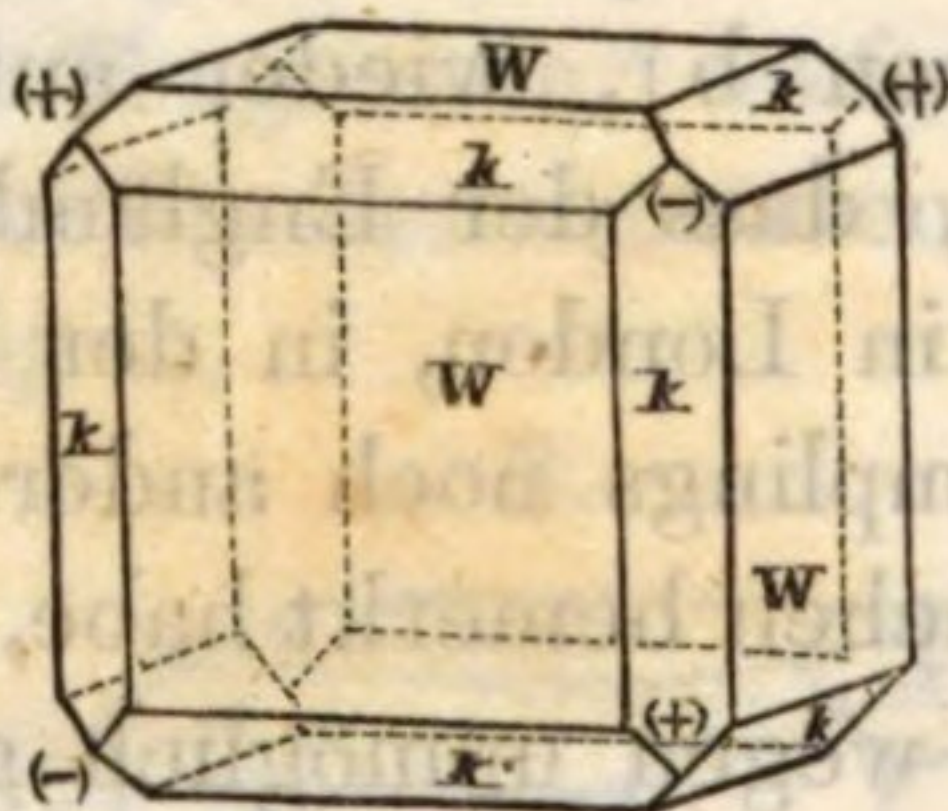
„magnésie boratée surabondante“. Häüy beging dabei, wie die von ihm gegebenen Figuren beweisen, den Irrthum, bei der zweiten Varietät die +Flächen mit den —Flächen der ersten Varietät zu verwechseln. Er bemerkte übrigens schon, dass die Flächen des rechten Timplings (—) glatt und glänzend, während die des linken (+), von den Höckertimplingsflächen (b) umgebenen, Timplings trübe und matt seien. Auch hob er hervor, wie die, durch das Auftreten von Abstumpfungsflächen an allen Würfecken scheinbar hergestellte, Symmetrie der Axenpole, durch die Beschränkung der Bucklingsflächen auf die einen vier Pole (Höckertimplingsflächen b), wieder aufgehoben erscheine. Häüy berichtet auch, dass der Engländer Macie, Mitglied der königl. Sozietät in London, in der Umgebung der Flächen des rechten Timplings noch andere, nicht dem Bucklinge angehörige, Flächen bemerkt habe, deren Bestimmung aber ihrer Kleinheit wegen unmöglich gewesen sei.

dessen sehr wohl erinnere) unter Unwissenden verbreiteten Meinung Anlass gegeben haben, als sei der Borazit ein sogenannter „Edelstein“ oder, wie man, mit einiger Erinnerung an die Systeme jetzt veralteter Mineralogien, sich herabstimmte, wenigstens ein „Halbedelstein“. Der naturwissenschaftliche Verein in Lüneburg bewahrt auch noch einen in Brillantform geschliffenen Borazit — Schade um den schönen bläulich grünen, aber ziemlich unklaren Krystall, welcher durch die Veredlungssucht so denaturirt wurde!

Um das Jahre 1808 ward ein zweiter Fundort des Borazites entdeckt, dessen das mineralogische Taschenbuch auf das Jahr 1809 zuerst gedenkt^{30*)}. „Bei Segeberg im Holsteinischen hat man Borazit, in Würfeln mit äusserst wenig abgestumpften Kanten krystallisirt, entdeckt. Er kommt, wie zu Lüneburg, im Gypse vor.“

Heinrich Steffen, der durch ästhetische und belletristische Schriften mehr, als durch seine mineralogischen und geognostischen Arbeiten bekannt geworden ist, erwähnte dieses Vorkommen der Borazitkrystalle in dem Ahlsberge oder „Kalkberge“ zu Segeberg in Holstein³¹⁾, jenem merkwürdigen Seitenstücke zu dem Lüneburger Gypselsen, in welchem man, eben dieser Ähnlichkeit wegen, das Vorkommen der seltenen Krystalle lange vermuthet hatte. Die Segeberger Borazitkrystalle sind äusserst klein, meistens nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ Linien grosse Würfelchen, und weit häufiger unter, als über dieser Masse. Sie ähneln in hohem Grade den Würfelchen des feinkörnigeren Kochsalzes, wie man es von der Lüneburger Saline erhält, indem sie auf den ersten Anblick vollkommen reine Würfel zu sein scheinen. Mit der Lupe erkennt man aber auch an ihnen die Abstumpfung der Kanten (Fig. 11)

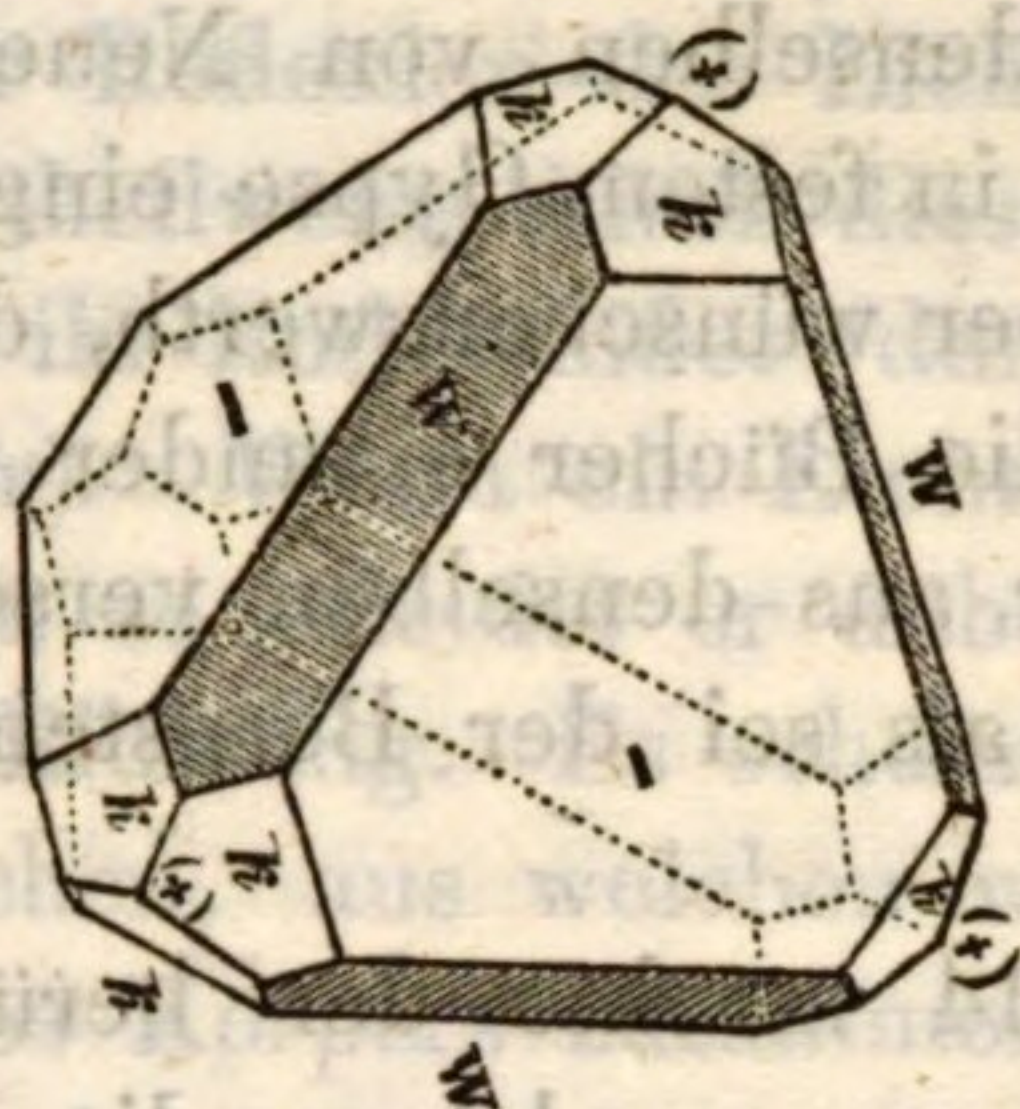
11.



und mitunter die äusserst geringe polarische Abstumpfung der Ecken. Quarzkrystalle finden sich im Gypse zu Segeberg nicht, wohl aber unregelmässige Quarzkörnchen. Steffen führt schon 7 Formenvarietäten von Borazitkrystallen an, jedoch mit einiger Ungenauigkeit. Die siebente derselben rührte ohne Zweifel weder vom Lüneburger Kalkberge, noch von Segeberg her. Steffen beschreibt sie: „Tetraedrischer

Borazit, eine einfache dreiseitige Pyramide, an den Ecken zugespitzt und die Kanten abgestumpft. Äusserst selten.“ Es ist das eine Form (Fig. 12),

12.



welche an beiden genannten Punkten nie vorkommt, und das Exemplar rührte sicher von dem dritten, hernach zu erwähnenden Fundorte oder aus dem Gyps irgend eines alten Bauwerkes, welcher von dort gekommen war (Schildstein).

Recht gute Beobachtungen über die geognostischen Verhältnisse der durch das Vorkommen des Borazites ausgezeichneten Gegenden theilte im Jahre 1811 Fr. Senf³²⁾ mit.

Die Segeberger Borazitkrystalle wurden im Jahre 1813 vom Professor C. H. Pfaff in Kiel analysirt³³⁾. Derselbe redet auch noch von Kalkerde, die in dem Lüneburgischen Borazite enthalten sein solle, deren er aber in dem Segebergischen keine Spur fand. Er bestimmte auch das Verhältniss der Borsäure und Magnesia weit richtiger, als Vauquelin; denn er fand Borsäure 63.7 $\frac{0}{0}$ und Magnesia 36.3 $\frac{0}{0}$, was sich dem wirklichen Verhältnisse schon sehr nähert. Übrigens darf die Mangelhaftigkeit der chemischen Analysen dieses Minerals nicht gerade überraschen, indem gerade die Trennung der Borsäure und Magnesia von einander sehr schwierig und mit den damaligen Hilfsmitteln nicht mit Genauigkeit ausführbar war. Pfaff's Untersuchungen ergeben übrigens neben der Magnesia auch Spuren von Eisenoxydul und Kieselerde. Was Pfaff über das Vorkommen von Bernstein im Segeberger Gypse berichtet, beruht jedenfalls in sofern auf einer Täuschung, als der Bern-

stein nicht dem Gypse ursprünglich angehörte, sondern nur aus dem Meersande herrührte, welcher den Rücken des Gypsberges bedeckt, wobei immerhin, da der Gyps durch das Regenwasser so leicht theilweise gelöst und in den Klüften wieder krystallinisch abgesetzt wird und die losen Brocken des Gesteins in denselben von Neuem verkittet, einige Bernsteinkörnchen in festem Gypse eingewachsen erscheinen konnten. Es ist aber wünschenswerth, dass der alte Irrthum, welchen seitdem die Bücher einander nachschreiben, endlich einmal wieder aus denselben verschwinden möge, der Irrthum nämlich, als sei der Bernstein diesem Gypse ursprünglich eigen.

Im Jahre 1814 machte der berühmte Hofrath Stromeyer³⁴⁾ in Göttingen, welchem die Mineralogie so viele Untersuchungen von grossem Werthe verdankt, eine Analyse des Lüneburger Borazites. Auch er fand bei den „verwitterten“ zwar Kalkerde, machte jedoch wahrscheinlich, dass dieselbe wohl nur von Gyps herrühre, welcher in manchen Borazitkrystallen zu stecken pflege. Als wesentliche Bestandtheile der Borazitkrystalle fand er 67 $\frac{0}{100}$ Boraxsäure und 33 $\frac{0}{100}$ Magnesia.

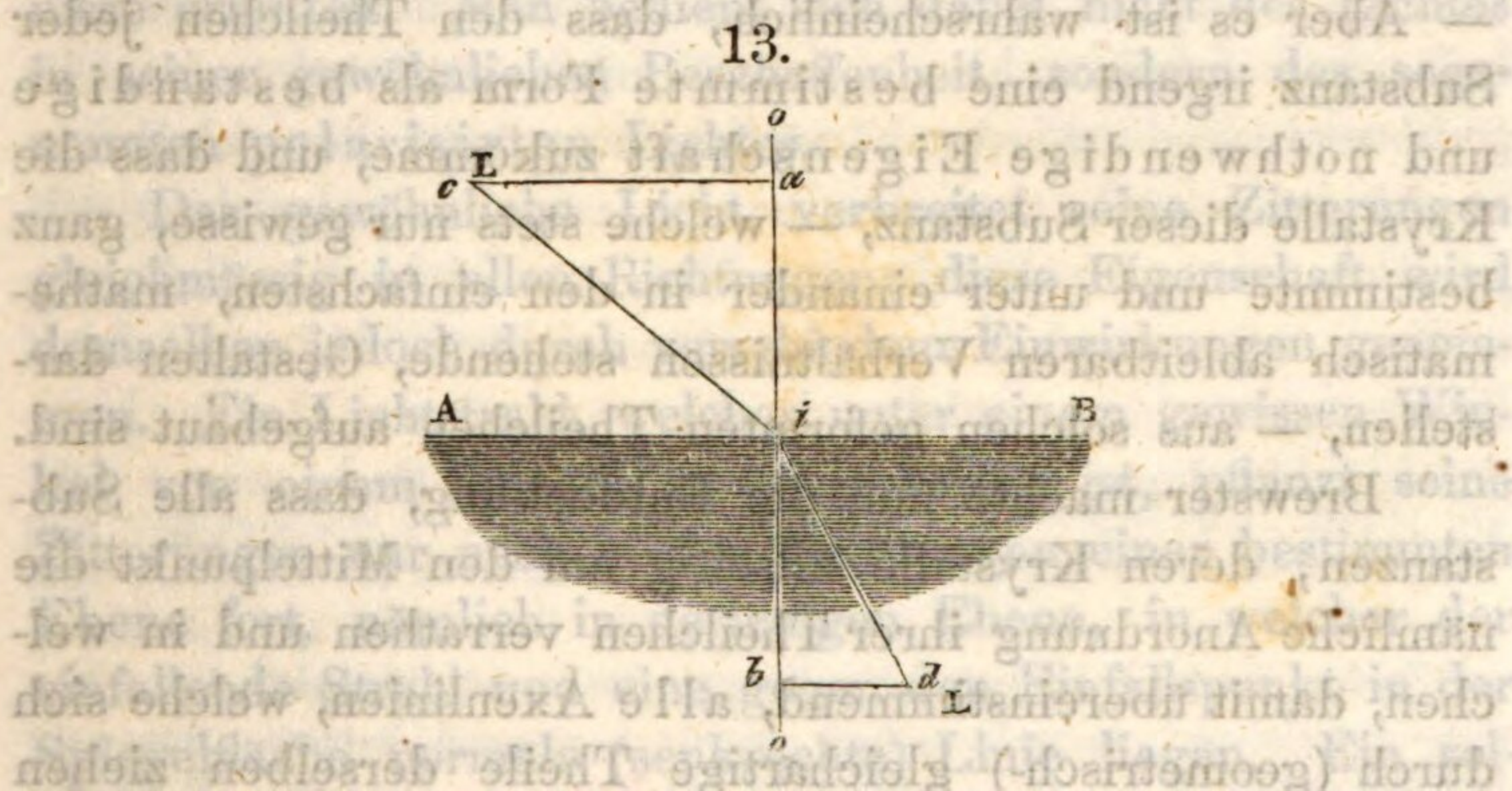
Vierter Abschnitt.

Optik der Krystalle.

Jeder Gegenstand der Natur gewinnt, so oft wir auch denselben befriedigt, als einen erledigten, bei Seite legen zu dürfen glauben, ein neues Interesse, sobald die Wissenschaft im Allgemeinen einen neuen Fortschritt macht. Der geniale Schotte Dr. David Brewster^{*)} entdeckte seit 1816 und veröffentlichte im Jahre 1820 den Zusammenhang, welcher stattfindet zwischen den Krystallisationen der Substanzen und ihrem Verhalten gegen das Licht³⁵⁾.

^{*)} Sprich: Bruster.

Wir wissen gegenwärtig, dass Licht eine Bewegung ist, welche in zitternden Wellen mit einer ausserordentlichen Geschwindigkeit strahlenförmig, nach allen Seiten geradlinig sich von dem leuchtenden Körper verbreitet, von anderen Körpern theilweise zurückprallt — was wir die Zurückwerfung oder Reflexion des Lichtes, oder die Spiegelung, nennen — theilweise durch dieselben hindurchgeht oder auch in ihnen ihr Ende findet (durchsichtige und undurchsichtige Körper). Wenn ein Lichtstrahl durch einen Körper hindurchgeht, so erleidet er dabei eine Ablenkung aus seiner früheren Richtung. Es scheint, dass die unsichtbar kleinsten Theilchen, aus welchen wir uns jedes sichtbare Stückchen eines Körpers zusammengesetzt, gleichsam aufgebaut, denken können, in gewissen Richtungen weit inniger zusammenliegen, als in gewissen anderen. Diese Richtungen ermittelt man — jedes andre Mittel würde zu grob sein — durch die Wege, welche das Licht nimmt, indem es den Körper durchdringt; denn auf diese Wege ist das Vorhandensein jener Richtungen eines innigeren und eines losereren Zusammenhaltes durchaus von bestimmendem Einflusse. Eine Ablenkung von seiner früheren Richtung erleidet das Licht beim Durchgange durch einen jeden Körper (Fig. 13).



A B sei die Oberfläche irgend eines durchsichtigen Körpers, z. B. von Wasser; darüber sei Luft. — o o ist eine senkrechte Linie. — L i ein schräg auf die Fläche fallender Lichtstrahl. — i der Einfallspunkt. — i L' ist dann die Richtung, welche der Lichtstrahl in dem Wasser nimmt. — L i L' ist also der Verlauf des Lichtstrahls, eine Linie, welche bei i geknickt oder gebrochen zu sein scheint.

Man nennt diese Ablenkung die Brechung des Lichtes oder Strahlenbrechung. Sehr viele Körper haben aber die Eigenschaft, dass sie den eindringenden Lichtstrahl von dem Einfallspunkte aus nicht bloß in einer, sondern in zweien Richtungen, welche beide von der früheren abweichen, durch sich hindurch lassen. Der Lichtstrahl wird in solchen Körpern gleichsam gespalten, und beide Theile, von welchen übrigens stets der eine kräftiger ist, als der andere, gehen in verschiedenen Richtungen hindurch. Man nennt diese Erscheinung die doppelte Strahlenbrechung. Der klare Kalkspath, wie man ihn vorzüglich von Island, auch wohl von St. Andreasberg auf dem Harze erhält, zeigt diese Erscheinung am besten („Doppelspath“); legt man ihn auf eine Schrift, so erscheint sie uns durch denselben hindurch verdoppelt, einmal schwarzgrau und einmal lichtgrau; wo etwa beide Bilder eines etwas dickeren Buchstabens sich stellenweise decken, da erkennt man, dass sie zusammen die volle Schwärze der Schrift darstellen.

Wir können uns die Krystalle gleichsam aus zahllosen Bausteinen von unendlicher Kleinheit zusammengesetzt vorstellen. Welche Form diese Bausteine haben, ist nicht zu ermitteln; baut man nicht aus Steinen von der nämlichen Form die verschiedensten Gestalten der Häuser? — Aber es ist wahrscheinlich, dass den Theilchen jeder Substanz irgend eine bestimmte Form als beständige und nothwendige Eigenschaft zukomme, und dass die Krystalle dieser Substanz, — welche stets nur gewisse, ganz bestimmte und unter einander in den einfachsten, mathematisch ableitbaren Verhältnissen stehende, Gestalten darstellen, — aus solchen geformten Theilchen aufgebaut sind.

Brewster machte nun die Entdeckung, dass alle Substanzen, deren Krystalle allseitig um den Mittelpunkt die nämliche Anordnung ihrer Theilchen verrathen und in welchen, damit übereinstimmend, alle Axenlinien, welche sich durch (geometrisch-) gleichartige Theile derselben ziehen lassen, die nämliche Stellung und dasselbe Längenverhältniss besitzen, das Licht nur einfach brechen, alle anderen aber, in welchen eine vorherrschende Axe sich geltend

macht, doppelt brechend sind. Nach dieser Erfahrung ist man im Stande, an dem kleinsten Bruchstücke eines Krystalls, welches keine Spur von erkennbaren Krystallflächen besitzt, mittelst Untersuchung seines Verhaltens gegen das Licht, — seines „optischen Verhaltens,“ — zu ermitteln, welche Axenverhältnisse in der Krystallisation desselben herrschen und folglich auch, welche Symmetrie in seinen Krystallgestalten gelten muss; denn diese hängt von den Axenverhältnissen ab.

Schon früher hatte man gewusst, dass diejenigen Körper, welche doppelt brechend sind, diese Eigenschaft nicht in jeder Richtung besitzen. Vielmehr sind dieselben stets in einer bestimmten Richtung (manche selbst in zweien) einfach brechend und die Eigenschaft, die Lichtstrahlen doppelt zu brechen, tritt in jeder anderen Richtung um so entschiedener hervor, je mehr dieselbe von der einfach brechenden Richtung abweicht. Es bildet somit diese einfach brechende Richtung gleichsam eine Axenrichtung, um welche ringsherum die doppeltbrechenden Richtungen vertheilt sind, und daher nennt man kurzhin jene einfach brechende Richtung auch wohl die Axe der doppelten Strahlenbrechung oder die optische Axe. Es giebt viele feinere Einrichtungen, durch welche man solche Verhältnisse ermittelt. Man bedient sich dabei nicht des Lichtes in seiner gewöhnlichen Beschaffenheit, sondern des sogenannten polarisirten Lichtes.

Das gewöhnliche Licht verbreitet seine Zitterungen gleichmässig in allen Richtungen; diese Eigenschaft wird demselben jedoch durch verschiedene Einwirkungen genommen. Ein Lichtstrahl, welcher unter einem gewissen Winkel von einem Spiegel zurückgeworfen ist, pflanzt seine Zitterungen nur noch in den Richtungen einer bestimmten Ebene fort, nämlich in derjenigen Ebene, in welcher der einfallende Strahl und eine gegen den Einfallspunkt in der Spiegelfläche normale (senkrechte) Linie liegen. Ein solcher Lichtstrahl heisst ein polarisirter Lichtstrahl, und die Ebene, in deren Richtungen allein derselbe noch sich fortpflanzt und zu welcher die Ebene der Schwingungen

seiner zitternden Bewegung normal steht, heisst die Polarisationsebene des Strahls. Aber auch beim Durchgange durch einen durchsichtigen Körper wird ein Lichtstrahl polarisirt, wenn der Körper ein doppelt brechender ist, besonders vollständig beim Durchgange durch ein Turmalinplättchen. Der Turmalin bildet säulenförmige Krystalle; man schleift nun Plättchen aus demselben nach der Länge der Säule. Ein Lichtstrahl, welcher durch eine solche Turmalinplatte geht, wird polarisirt in einer Ebene, welche zu der Axenlinie der Säule normal steht. Nur in dieser Polarisationsebene lässt sich also derselbe Lichtstrahl auch noch durch andere Körper hindurchleiten, daher durch Turmalinplatten von derselben Art, wie jene, so viel man will, denn sie lassen den polarisirten Strahl in derselben Ebene durch; dagegen durch irgend einen anderen Körper, welcher den Strahl in einer anderen Ebene brechen möchte, gelingt es nicht — das Licht wird zerstört und dunkel. Auch wenn man eine zweite analog geschliffene Turmalinplatte gegen die erste kreuzt, so kreuzen sich die Polarisationsebenen in beiden Platten, und das Licht wird zerstört; zwei durchsichtige Turmalinplatten also, die der Länge nach auf einander gelegt das Licht ebenfalls hell durchlassen, erscheinen, wenn man sie kreuzt, völlig dunkel.

Aber es lässt sich auch die ursprüngliche Beschaffenheit eines Lichtstrahls, welcher polarisirt worden ist, in gewissem Grade wieder herstellen, man sagt, der polarisirte Strahl lasse sich depolarisiren oder entpolarisiren (eigentlich nur unpolarisiren). Dies geschieht nämlich unfehlbar, wenn man den polarisirten Lichtstrahl durch einen Körper gehen lässt, welcher die Eigenschaft der doppelten Strahlenbrechung besitzt, wovon oben die Rede war. Die doppelt brechenden Körper „depolarisiren“ das Licht*). Es

*) Da die doppeltbrechenden Körper das nicht polarisirte Licht bereits polarisiren, so geht schon daraus genügend hervor, dass sie das polarisirte Licht nicht eigentlich depolarisiren können. Vielmehr beruht die Erscheinung, welche man in der Mineralogie gewöhnlich kurzweg (genau genommen aber grundfälschlich) als eine Depolarisirung erklärt, darin, dass die Polarisationsebenen der beiden Theile des dop-

rührt dieses daher, dass die beiden verschiedenartig gebrochenen Theile des Lichtstrahls in verschiedenen Ebenen polarisirt sind, welche auf einander rechtwinklig stehen. Das in einer gewissen Ebene polarisirte Licht erleidet also in einem doppeltbrechenden Körper eine Theilung, in Folge deren seine beiden Theile in zwei verschiedenen, zu einander normalen Ebenen polarisirt werden. Man braucht also zwischen die beiden gekreuzten Turmalinplättchen, welche völlig dunkel waren, nur, unter zweckmässiger Vorrichtung, ein Stück eines doppelt brechenden Körpers, z. B. ein Stückchen Kalkspath, zu bringen, so erscheint das Licht nun durch beide gekreuzte Turmalinplättchen hindurch. Der Lichtstrahl, welcher im Durchgange durch das erste Plättchen in einer gewissen Ebene polarisirt ist, wird durch das Kalkspathstückchen getheilt und der eine Theil desselben in einer zu der früheren Polarisationsebene normalen Ebene polarisirt; diese letztere Ebene aber ist die Polarisationsebene der zweiten Turmalinplatte, (welche ja gegen die erste rechtwinklig gekreuzt ist) und somit geht dieser Theil des polarisirten Lichtes nun auch durch das zweite Plättchen hindurch und gelangt so in unser Auge.

Fällt das polarisirte Licht durch eine Platte eines polarisirenden Körpers, so erscheinen, bei einer gewissen Dicke der Platte eigenthümliche bunte Farben, welche dadurch entstehen, dass die beiden verschieden gebrochenen Strahlenrichtungen sich im Innern des polarisirenden Körpers gegenseitig stören oder, wie man sich auszudrücken pflegt, zur Interferenz kommen. Giebt man einem wirklich doppelt brechenden Körper zwischen den beiden

Einfach brechende Körper haben weder das Ver-
mögen, das polarisirte Licht zu depolarisiren, noch zeigen sie in der Einfallsebene, der andere in einer zu dieser normalen Ebene polarisirt wird. Eben dadurch wird aber ein Theil des in der ersten Turmalinplatte in einer gegen die Axenlinie des Turmalinkrystalls normalen Ebene polarisirten Lichtes vermittelt eines doppelt brechenden Körpers in eine zu dieser Ebene normale Ebene übergeführt (umpolarisirt) und dadurch in den Stand gesetzt, nunmehr auch die zweite, gegen die erste gekreuzt gestellte, Turmalinplatte zu durchdringen.

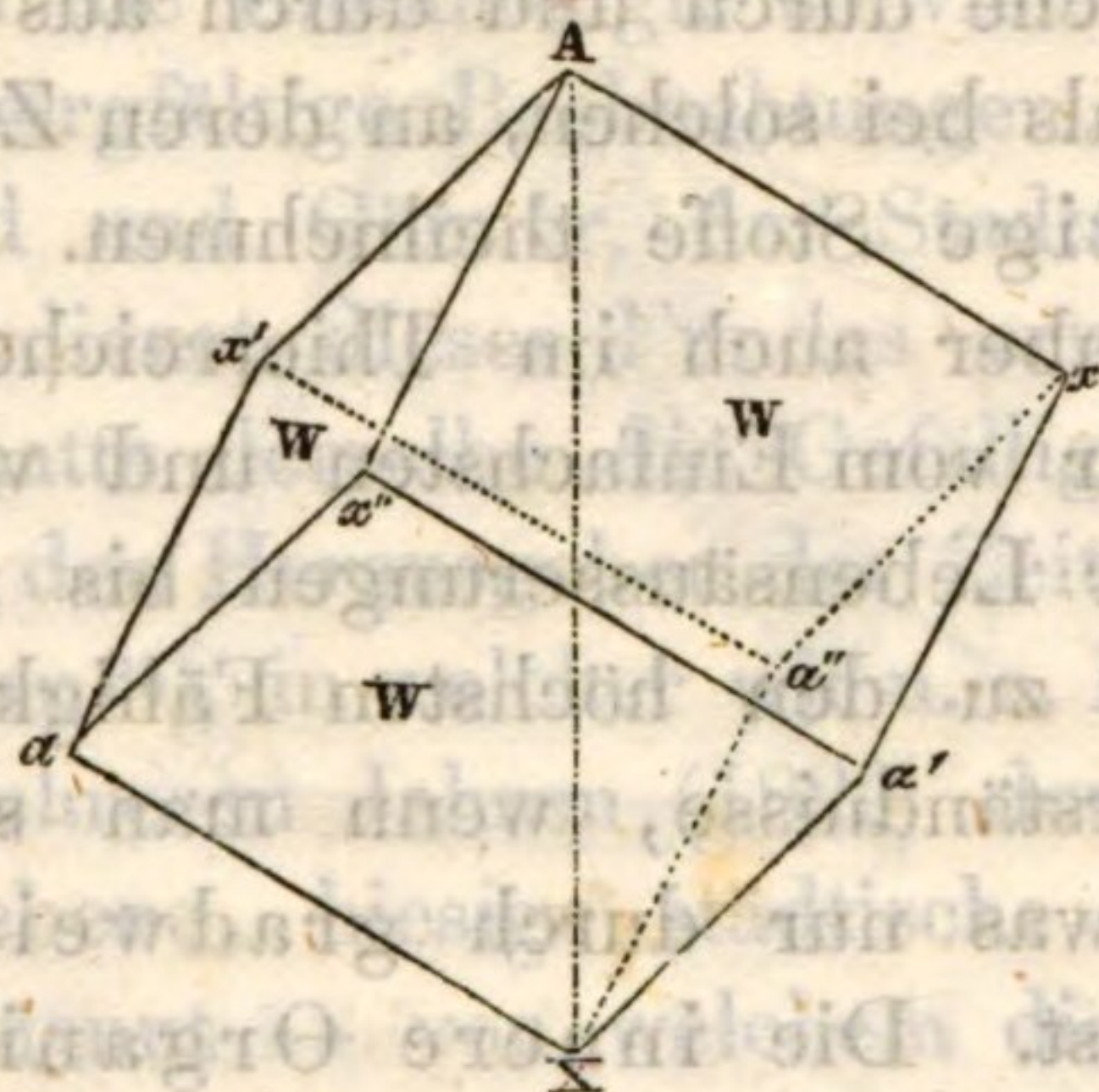
Turmalinplättchen eine solche Stellung, dass der Lichtstrahl in der einfach brechenden Richtung, welche wir die optische Axe genannt haben, durch denselben hindurchgeht, so entsteht eine besonders interessante Erscheinung. Der Lichtschein, welchen man durch den kleinen Apparat hindurch erblickt, zeigt sich nämlich nicht allein bunt, sondern man erkennt deutlich ringförmig um einander geordnet die Farben des Regenbogens. Diese Erscheinungen rühren daher, dass jeder Strahl des Sonnenlichtes aus dreien verschiedenen Zitterungssystemen von verschiedener Geschwindigkeit besteht, deren jedes für sich eine Hauptfarbe und mit der nächst benachbarten gemischt, eine Zwischenfarbe des Regenbogens giebt. Diese Systeme oder, wie man sich auch wohl auszudrücken pflegt, diese Farbenstrahlen, werden von brechenden Körpern, durch welche ein Sonnenstrahl hindurchgeht, in verschiedenem Grade gebrochen; und während zuvor alle Farben vereinigt als farbloses oder weisses Licht in unser Auge gelangten, sehen wir nun alle sieben Farben (drei Haupt- und vier Zwischenfarben) neben einander. Theilt man die Scheibe eines Kreisels in sieben Theile, malt dieselben mit den sieben Regenbogenfarben und lässt den Kreisel umschnurren, so erscheint die Scheibe weiss. Das Sonnenlicht, welches durch ein Prisma oder durch eine Wasserflasche fällt, zeigt die Farben des Regenbogens. Der Lichtstrahl, welcher polarisirt in einen doppelt brechenden Körper tritt, erleidet eine ähnliche Veränderung, indem seine verschiedenen Farbenstrahlen rings um die optische Axe in verschiedenem Grade abgelenkt und so zu farbigen Ringen vertheilt werden.

Einfach brechende Körper haben weder das Vermögen, das polarisirte Licht zu depolarisiren, noch zeigen sie in der Regel eine solche Farbenerscheinung.

Diejenigen Substanzen, welche in solchen Krystallformen krystallisiren, wie der Borazit, in welchen alle Axenlinien gleich sind, welche sich durch gleichartige Theile derselben ziehen lassen, verhalten sich, wie oben bemerkt ist, nach Brewster's Entdeckung einfach brechend. Als Brewster jedoch eine Platte aus einem Bora-

zitkrystalle geschliffen hatte, so fand er, dass dieselbe das polarisirte Licht unpolarisire, und sah die bunten Farben im Turmalinapparate zum Vorschein kommen, wie wenn die Borazitplatte ein doppelt brechender Körper gewesen wäre.

Wirklich schloss Brewster aus seinen Beobachtungen, dass der Borazit ein doppelt brechender Körper, und dass eine der Würfelaxen seine optische Axe sei. Brewster schloss ferner, dass die vier Würfelaxen des Borazites, obwohl sie allem äusseren Anscheine nach vollkommen den gleichen Werth besitzen, in ihrem wahren Wesen doch eine verschiedene Bedeutung haben müssen. Man dürfe diesen Würfel also nicht so betrachten, wie die Würfel einfach brechender Körper mit gleichartigen Würfelaxen, sondern man müsse die optische Axe des Borazitwürfels als die Hauptaxe betrachten und diesen Würfel als die Mittelform zwischen Zählringen und Zwecklingen („spitzen und stumpfen Rhomboedern“) ansehen. In Fig. 14



ist ein Würfel in dieser Weise gestellt worden. A X würde z. B. die Hauptaxe und die optische Axe sein, obgleich dieselbe durchaus nicht länger ist, als die Axen $a\ x$, $a'\ x'$, $a''\ x''$ sein würden.

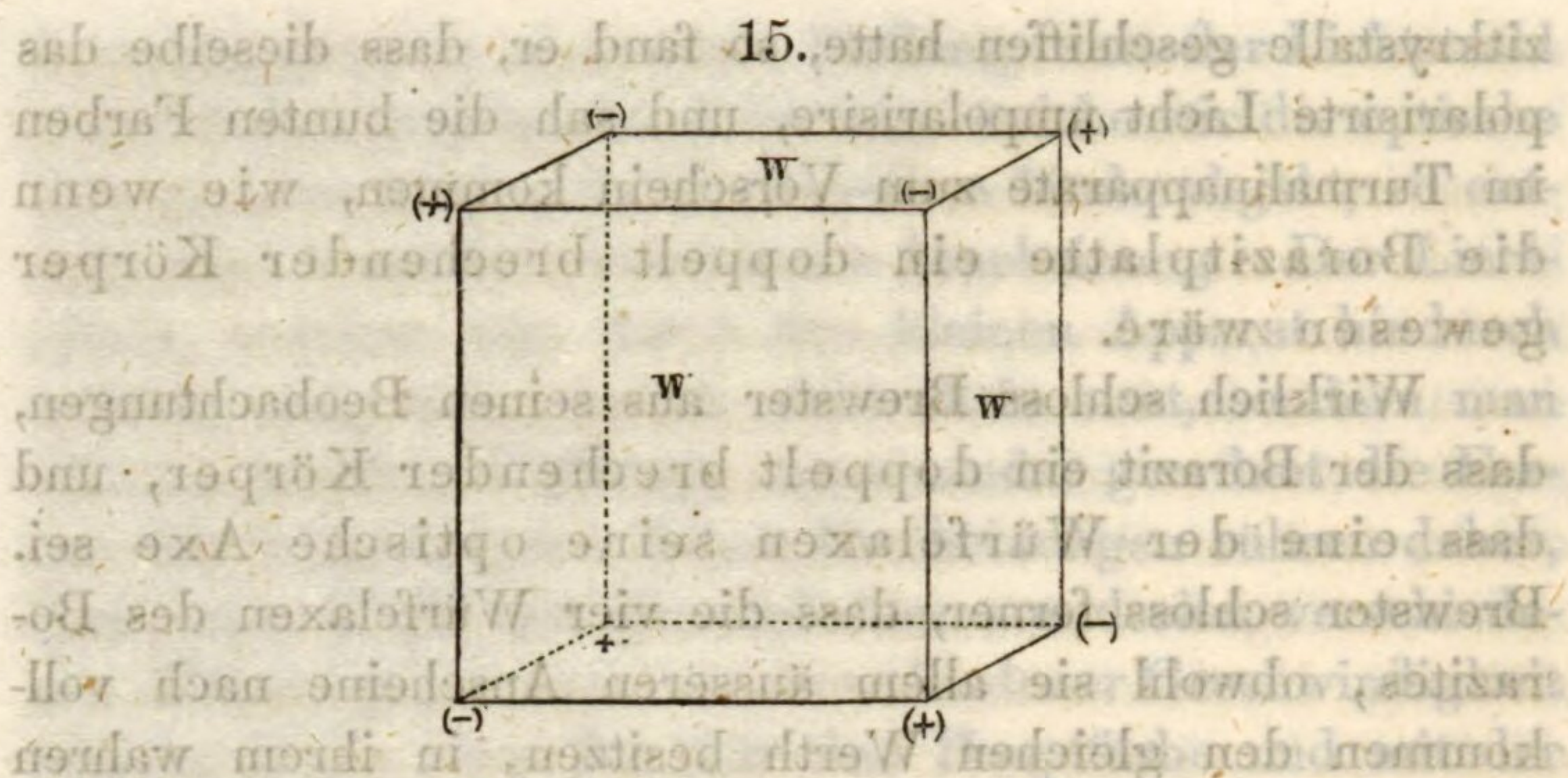


Fig. 15 ist der Würfel in seiner natürlichen Stellung. Es ist höchst interessant, wie Brewster uns lehrte, mit Hülfe des Lichtstrahls die Krystalle gleichsam zu seziren und uns einen Einblick in ihre Anatomie, in ihre Organisation, zu verschaffen, welchen kein anderes Hülfsmittel uns hätte gewähren können. Mit Unrecht setzt man das Krystallreich dem Pflanzen- und Thierreiche, als unorganisiertes dem organisirten, gegenüber, wie Nacht dem Tage, Tod dem Leben. Einfacher sind die Lebenserscheinungen bei Körpern, welche durch und durch aus einem einigen Stoffe bestehen, als bei solchen, an deren Zusammensetzung verschiedenartige Stoffe theilnehmen. Aber auch im Pflanzenreiche, aber auch im Thierreiche — welch eine lange Stufenleiter vom Einfachsten und von der grössten Armseligkeit der Lebensäusserungen bis zum Zusammengesetztesten und zu den höchsten Fähigkeiten. Es führt zu falschem Verständnisse, wenn man sich jäh abgerissen denkt, was nur durch gradweise Verschiedenheiten getrennt ist. Die innere Organisation der Mineralien entfaltet sich, wie Brewster sich ausdrückt, durch die schönsten optischen Erscheinungen und durch Funktionen physikalischer Natur, welche nicht weniger interessant sind, als die, welche das thierische und pflanzliche Leben zeigt. Ich möchte glauben noch interessanter — denn wo könnten wir hoffen, eher eine wahre Einsicht zu erlangen, als hier, wo wir messend, wägend, rechnend in die Geheimnisse der Natur eindringen dürfen!

Fünfter Abschnitt.

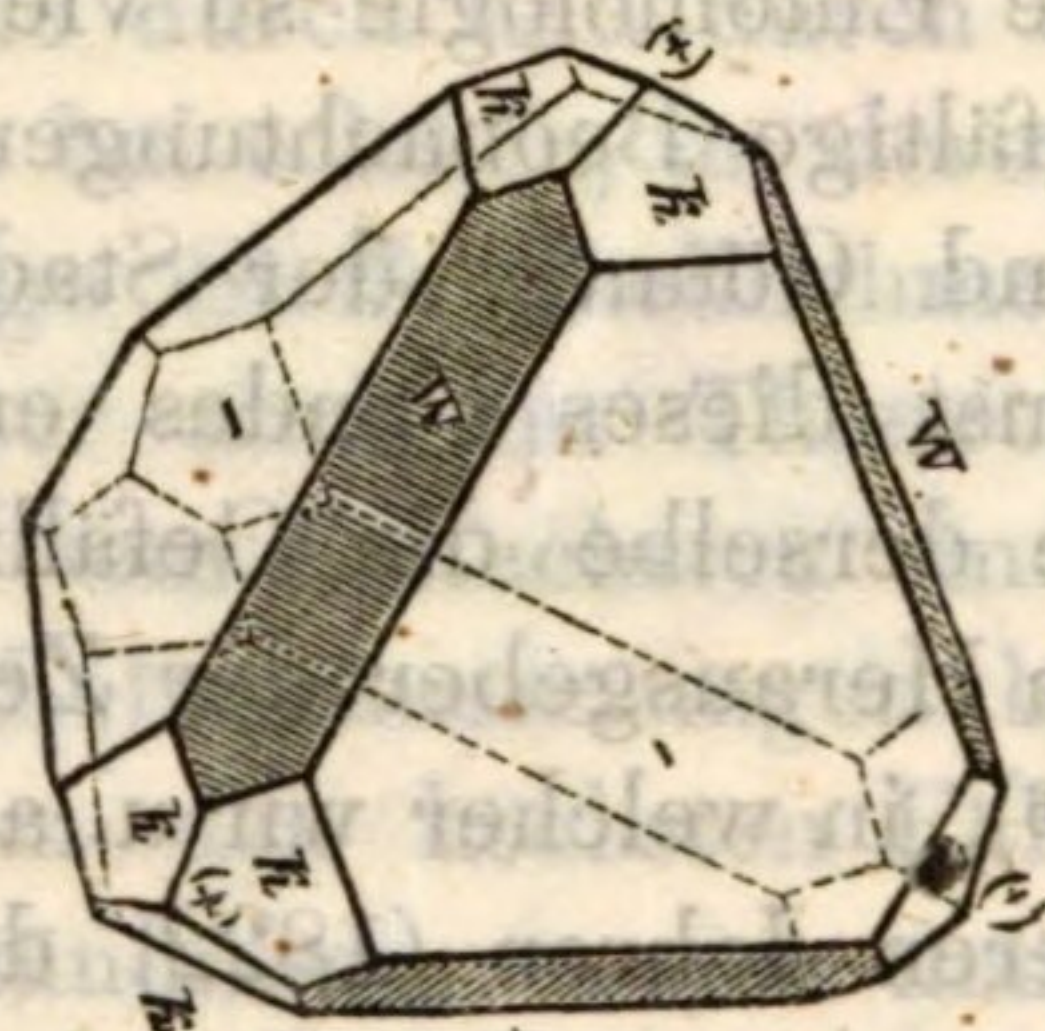
Schildstein. Neue Formen. Neue Untersuchungen.

So stand der Borazit nun mit einem neuen Interesse versehen, als Ausnahme eigner Art, in der Wissenschaft da. Höchst erfreulich musste jeder Beitrag zur weiteren Aufklärung der Naturgeschichte dieses merkwürdigen Minerals erscheinen; kein Beitrag konnte aber wichtiger sein, als die Entdeckung eines ganz neuen Fundortes, welcher diese Krystalle in grosser Zahl und in einem durchweg viel wohlerhaltenen Zustande und obendrein in einer von den Krystallen des Lüneburgischen, wie von denen des Segebergischen Kalkberges durchaus abweichenden Varietätenreihe lieferte. Es ist dieses der Fundort, von welchem direkt oder indirekt jener schon oben (Seite 32) erwähnte, von Henrich Steffen beschriebene Krystall (Fig. 12) herrührte, der Schildstein bei Lüneburg. Der vortreffliche, würdige Mann, welcher seit einem halben Jahrhundert mit immer vermehrter Liebe sich der Erforschung der Natur der Lüneburgischen Gegend gewidmet hat und welchem die Entomologie so viele schätzbare Beiträge, so viele sorgfältige Beobachtungen verdankt, mein verehrter Freund und Gönner, der Stadtschreiber Heyer, hat sich das Verdienst dieses Fundes erworben. Unterm 24. April 1825 hatte derselbe die Gefälligkeit, eine Nachricht darüber an den Herausgeber der Zeitschrift für Mineralogie zu ertheilen³⁶⁾, in welcher wir u. a. Folgendes lesen:

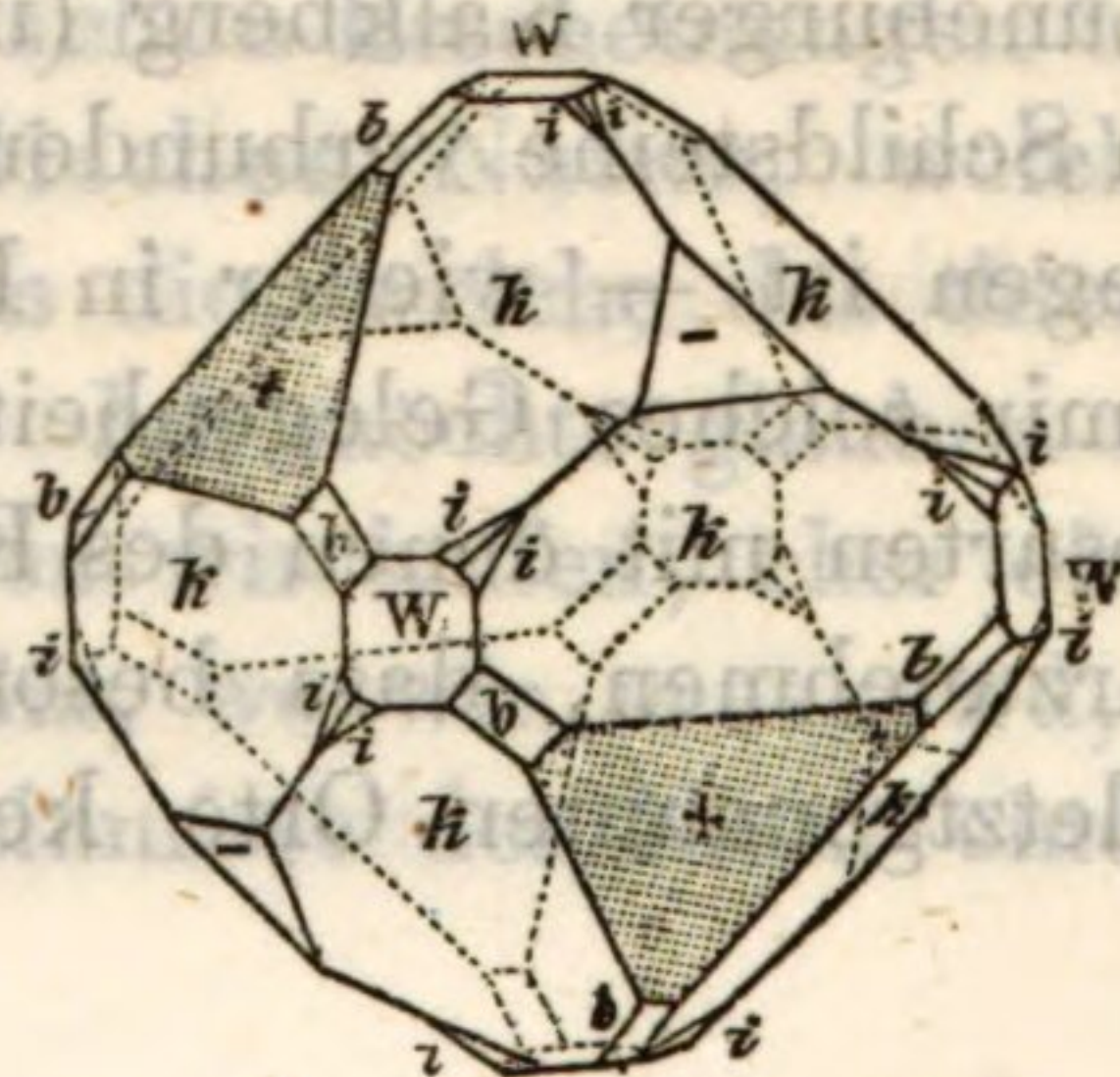
„Als vor mehreren Jahren (1822) der lange Zeit unbearbeitet gebliebene, hiesige städtische Gypsbruch, der Schildstein genannt — von welchem die königliche Domain, der ehemals viele und schöne Borazite geliefert habende bekannte Lüneburger Kalkberg (in der Tiefe wahrscheinlich mit dem Schildsteine verbunden) etwa eine halbe Viertelstunde entlegen ist — wieder in Benutzung genommen wurde, gab mir solches Gelegenheit, die daraus hervorgeschafften Gypsarten mit denen des Kalkberges zu vergleichen und wahrzunehmen, dass besonders Anhydrit, von welchem am letztgenannten Orte keine Spur sich fin-

det, ein hervorstechender Theil des Bruches ist. Im Jahre 1822 hatte ich das Vergnügen, im Schildstein-Gypse Boraziten zu entdecken, worunter sich die, im Kalkberger-Gypse nie vorkommenden Tetraeder und Oktaeder besonders auszeichneten. Fast gleichzeitig fand ich auch daselbst das längst vermuthete natürliche Kochsalz im Gypse, sowohl krystallisirt, als eingesprengt. Hinsichtlich der Borazit-Tetraeder und -Oktaeder habe ich zwar eine kurze Nachricht im „Hamburger Correspondenten“ und im „Allgemeinen Anzeiger der Deutschen“ gegeben; es ist aber von mehreren Seiten gewünscht worden, dass in irgend einem wissenschaftlichen Blatte dem mineralogischen Publikum ein Mehreres darüber zur Kunde gelangen möge, und da ich weiss, dass Sie ein Journal für Mineralogie herausgeben, so erlaube ich mir die Bitte, jenem Gegenstande darin einen Platz zu bewilligen und füge eine kleine Sendung hiesiger Vorkommnisse zu dem Ende bei.“

Von den durch Herrn Heyer entdeckten Formen möge hier, ausser der schon oben angeführten Fig. 16, nur noch



die interessante in Fig. 17 abgebildete Platz finden, deren



Flächen i freilich damals noch nicht speciell beachtet wurden.

Zu dieser Nachricht gab der Professor, Geheimerath Leonhard, nach dem ihm übersandten Materiale, noch weitere Mittheilungen, in welchen die drei Hauptformenvarietäten der nun bekannten drei Fundorte sehr gut charakterisirt und die mitunter am Schildsteine vorkommenden Zwillingskrystalle zuerst erwähnt werden. Zugleich findet sich hier noch eine nähere Angabe über das Vorkommen der beibrechenden Mineralien. „Der Gyps vom Schildsteine enthält ausser den Boraziten: Anhydrit in krystallinischen, mit dem Gypse fest verwachsenen Massen und auf den kleinen drusigen Räumen in Krystallen der Kernform, welche mitunter nach einer Richtung sehr verlängert sind, so, dass sie nadelförmige Gestalten bilden;“

„Steinsalz, kleine rundliche Massen, in den drusenartigen, zum Theil mit Gypsspathkrystallen ausgekleideten Räumen des Gypses; die ziemlich grossen, Steinsalz führenden Handstücke enthalten sparsamer Boraziten;“

„Rotheisenrahm, als zarter Anflug und Überzug, auch den Gyps, den Anhydrit, so wie das Steinsalz, nicht die Boraziten färbend (wenigstens nicht in den vorliegenden Stücken);“

„Eisenkies, eingesprengt und in Pentagondodekaedern; selbst im Innern mancher Borazitkrystalle nimmt man zarte Eisenkies-Theilchen wahr.“

Im Jahre 1823 waren Lüneburgs mineralogische Merkwürdigkeiten der Gegenstand zweier Arbeiten. Vorzugsweise vom salinistischen Standpunkte fasste dieselben der Hofrath Meyer in Göttingen auf 37). In einem vortrefflichen Aufsätze des thätigen Friedrich Hoffmann 38), welcher kurz nach der Auffindung des Borazites im Schildsteingypse die Gegend von Lüneburg besucht hatte, finden sich über die geologischen und mineralogischen Verhältnisse von Lüneburg und Segeberg sehr gediegene Beobachtungen. In Betreff der Borazitkrystalle verdient nur hervorgehoben zu werden, was Hoffmann über ihr Verwittern im Kalkberge bemerkt. „Unabhängig von den Quarz-

krystallen erscheinen die Boraziten in einzelnen Schichten, welche die Mitte des Berges durchschneiden; die reinsten Abänderungen umgiebt ein feinkörniger, blassröthlicher Gyps. Ihr Verwittern in dieser krystallinischen Umhüllung ist ein interessanter Beweis von der beständigen Fortdauer partieller Zersetzungen in dem anscheinend für die chemischen Agentien unzugänglichen, festen Gesteine. Diese Verwitterung macht die Boraziten trübe, schmutzigweiss und ganz undurchsichtig; sie verlieren allmählig an Härte, zerfallen zuletzt ganz und lassen eine leere Höhlung zurück, in welcher etwas Gelbeisenocher die rauhen Wände bekleidet. Diese Erscheinungen, welche die hiesigen Steinbrucharbeiter das Verrotten der Steine nennen, folgen sich schnell, wenn die Boraziten in gebrochenen Gypsstücken der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt liegen.“ — Die letztere Bemerkung beruht auf einer Irrung; die „Verwitterung“ der Boraziten schreitet an der Luft nicht im Mindesten vorwärts, wie die klaren, völlig frischen Boraziten in dem seit 1000 Jahren dem Wetter ausgesetzten Gypse des Bardowieker Domes und in einzelnen Theilen der alten Stadtmauern von Lüneburg beweisen. — Ganz richtig sagt Hoffmann in Betreff des Schildsteins: „Der Berg, welcher vormals hier stand, ist nun abgetragen, und anstatt seiner findet man eine Grube von mehr als 50' Tiefe und über 500 Schritt Umfang ausgehöhlt.“

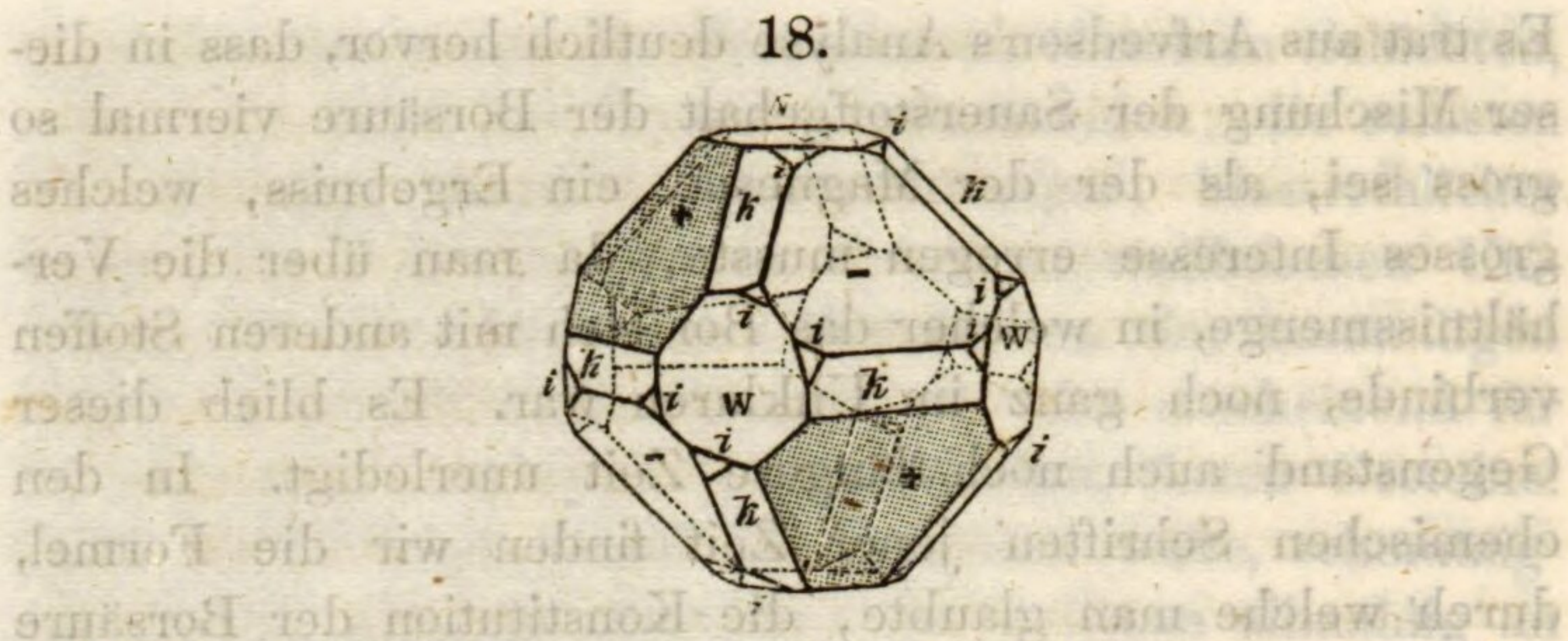
In demselben Jahre, in welchem Herr Heyer die Borazitkrystallchen im Schildsteine entdeckte, beschäftigte sich einer der vorzüglichsten Chemiker Schwedens, Arfvedson, welchem man so ausserordentlich viele Mineraluntersuchungen verdankt, mit der Analyse der Borate (Verbindungen der Borsäure) überhaupt und insbesondere des Borazites vom Kalkberge ³⁹⁾. Arfvedson war der erste, welcher eine zuverlässige Trennungsmethode der Borsäure und der Magnesia anwenden konnte. Er bediente sich der Zersetzung des Borazites durch Flussspath und Schwefelsäure. Das Resultat, welches er erhielt, 69.7 % Borsäure und 30.3 % Magnesia, weicht wenig von dem Resultate ab, welches Pfaff aus der Zerlegung der Segeberger Krystalle entnahm.

Es trat aus Arfvedson's Analyse deutlich hervor, dass in dieser Mischung der Sauerstoffgehalt der Borsäure viermal so gross sei, als der der Magnesia, ein Ergebniss, welches grosses Interesse erregen musste, da man über die Verhältnissmenge, in welcher das Bor sich mit anderen Stoffen verbinde, noch ganz im Unklaren war. Es blieb dieser Gegenstand auch noch längere Zeit unerledigt. In den chemischen Schriften jener Zeit finden wir die Formel, durch welche man glaubte, die Konstitution der Borsäure ausdrücken zu sollen, meistens $\ddot{B}$, mitunter auch $\ddot{B}O$, geschrieben und in den mineralogischen Werken begegnen uns ⁴⁰⁾ für die chemische Konstitution des Borazits die Formeln $\ddot{M} \ddot{B}O^4$ und $\ddot{M} \ddot{B}O$, erstere von Beudant, letztere von Berzelius aufgestellt *).

Eine sehr gute Übersicht der Kenntnisse, welche das erste Viertel unseres Jahrhunderts über den Borazit gesammelt und angehäuft hatte, finden wir in Leonhard's Handbuch der Oryktognosie vom Jahre 1825.

Die Kunde von den Formenvarietäten der Borazitkrystalle erfuhr nunmehr noch die letzte Vermehrung, welche sie bis jetzt erfahren hat. Der genaue Haidinger ⁴¹⁾ entdeckte zu Edinburg in Schottland, wo er damals sich aufhielt und das werthvolle wissenschaftliche Journal jener Musenstadt mit seinen gediegenen Abhandlungen schmückte und wahrhaft bereicherte, an einem Krystalle von Lüneburg, welchen der berühmte Chemiker Dr. Turner von unserm Landsmanne Stromeyer in Göttingen erhalten hatte, die Flächen einer neuen Form, welche jedoch stets nur ganz klein auftreten. Schon früher hatte Breithaupt Spuren dieser Flächen gesehen ⁴²⁾. Vermuthlich waren es auch dieselben Flächen, welche, wie oben (Seite 31) angeführt ist, schon am Anfange des Jahrhunderts der Engländer Macie bemerkt, aber nicht erkannt hatte. Haidinger bestimmte dieselben sehr genau, bildete die Form ab (Fig. 18) und

*) Die Magnesia bezeichnete man damals durch $\ddot{M}$.



beschrieb sie folgendermassen: „Im Allgemeinen zeigen die Krystalle eine Kombination vom Hexaeder *), Oktaeder **) und Dodekaeder ***), in welcher die Flächen des Oktaeders vorwalten. Die kleinen Flächen x x †) u. s. w. würden bei hinlänglicher Vergrösserung ein Trigonal-Ikositetraeder ††) bilden, das im Hauptansehen dem Tetraeder †††) gleiche.“ Haidinger's Exemplar war ohne Zweifel vom Schildsteine, denn er sagt: „Die Krystalle sitzen in einem Gemenge von Gyps und Anhydrit, die beide, besonders aber der letztere, in Drusenräumen krystallisirt und durch den ganzen Fels verbreitet angetroffen werden.“ Etwas Derartiges hat nur der Schildstein aufzuweisen (vergleiche auch Fig. 17, Seite 44). Am Kalkberge scheint man dieselben Flächen zu jener Zeit noch immer übersehen zu haben, so ausserordentlich häufig sie auch vorkommen.

Die, von Becquerel⁴³⁾, durch Versuche über das elektrische Verhalten des Turmalins, gelieferte, Bestätigung der Beobachtung, welche schon am Ende des vorigen Jahrhunderts der grosse Schwedische Chemiker und Physiker, Torbern Bergmann, gemacht hatte, — dass nämlich bei entgegengesetztem Gange der Temperatur die Elektrizitäten der Pole sich umkehren, — musste die Aufmerksamkeit wieder auf dieses Phänomen richten und auch eine neue Prüfung des Borazites veranlassen. Köhler⁴⁴⁾ unternahm dieselbe im Jahre 1829. Derselbe bediente sich zur Prüfung der Elektrizität eines Katzenhaares, welches auf einer Sie-

*) Würfling, w. **) Eckling, — und +. ***) Knöchling, k. †) i i in obiger Figur. ††) Kugeltimpling, i. †††) Timpling.

gellackstange befestigt war und mit den Fingern gestrichen wurde, wodurch ein solches Haar positiv elektrisch wird. Köhler's Untersuchungen ergeben, dass die grösseren und glatten Abstumpfungsflächen (—) der Würfecken der Borazitkrystalle beim Erwärmen negativ, die unabgestumpften Ecken dagegen oder die kleinen und matten Abstumpfungsflächen (+) positiv werden; dass dagegen beim Erkalten diese Elektrizitäten sich umkehren und sich dann somit verhalten, wie schon Gross es beobachtet hatte. Bei jeder Temperatur-Veränderung treten die elektrischen Wirkungen an allen acht Ecken gleichzeitig ein. Dieselben dauern nur so lange, als die Temperatur sich verändert; sobald dieselbe ruht, ist keine Elektrizitätswirkung spürbar.

In demselben Jahre beschäftigte sich auch der Schotte Forbes ⁴⁵⁾ mit der Untersuchung der durch Erwärmung elektrischen Mineralien und prüfte insbesondere die von Becquerel am Turmalin gemachte Beobachtung, dass die Entwicklung der Elektrizitätsäusserung bei einem gewissen Gange der Temperatur eine regelmässige Zu- und Abnahme erleide. Es bestätigte sich durch die Beobachtungen von Forbes das, von Becquerel nur für den Turmalin geltend gemachte, Gesetz, dass die Elektrizität zum Höhepunkte ihrer Stärke gelange, wenn der erhitzte Krystall einer langsamen Abkühlung überlassen werde, auch für die übrigen durch Erwärmung elektrischen Mineralien, insbesondere auch für den Borazit. Der Temperaturgrad, welcher zwischen dem, durch die Erhitzung erlangten, höchsten Grade und dem der umgebenden Luft, zu welchem der Krystall durch die Abkühlung zurückkehrt, die Mitte hält, entspricht dem höchsten Grade der elektrischen Wirkung. Forbes bediente sich zu seinen Untersuchungen des Elektrometers von Coulomb, indem er in den weiten, ringsum in Grade getheilten, Bauch einer Flasche einen Seidenfaden herabhängen liess, welcher eine Gummilacknadel trug, an deren einem Ende ein Goldpapierscheibchen mit bestimmter Elektrizität einer Seitenöffnung im Bauche der Flasche zugekehrt war, damit durch diese Öffnung ihr der zum Experimente bestimmte Körper genähert werden konnte.

Die Stärke der, durch die Elektricität dieses Körpers bewirkten, Ablenkung der Nadel konnte, mittelst des in Grade getheilten Umfanges der Flasche, sehr bequem und genau bestimmt werden. Es fand sich, dass die Ablenkung der Nadel mit der Abkühlung des Krystalls zunahm, endlich aber auf den früheren Stand zurückkehrte, wenn derselbe die Temperatur der umgebenden Luft erreicht hatte.

Neue Untersuchungen über die Konstitution der Borsäure führten Berzelius, welcher früher ⁴⁶⁾ geglaubt hatte, annehmen zu müssen, dass die Verhältnissmenge des Bor in dieser Säure eine einfache sei, wenn man den Sauerstoffgehalt als sechs Verhältnissmengen entsprechend annehme ($\text{B}\ddot{\text{O}}$), und welcher später zu der Ansicht gelangt war, dass, unter derselben Annahme, eine doppelte Verhältnissmenge von Bor in dieser Säure enthalten sei ($\text{B}\ddot{\text{O}}\text{B}\ddot{\text{O}}$), schliesslich zu der, von ihm definitiv beibehaltenen, Meinung ⁴⁷⁾, dass eine einfache Verhältnissmenge von Bor mit dreien Verhältnissmengen von Sauerstoff in dieser Säure vereinigt sei ($\text{B}\ddot{\text{O}}$). Nach dieser Annahme beträgt die einfache Verhältnissmenge, in welcher das Bor sich mit anderen Stoffen vereinigt = 135.983, da der Sauerstoffgehalt der Borsäure 68.78 % ausmacht. Die Verhältnissmenge der Borsäure ist somit = dreimal 100.000 (einfache Verhältnissmenge des Sauerstoffes) = 300.000 und

135.983 (einfache Verhältnissmenge des Bor)
Summa 435.983.

Da die einfache Verhältnissmenge des Magnesium 150.190, der Sauerstoffgehalt der Magnesia 40 %, und somit eine Verhältnissmenge desselben (= 100.000) beträgt, so ist die Verhältnissmenge der Magnesia (Mg) = 250.190. Da die Analyse von Arfvedson in 100 Theilen Borazit 69.7 Borsäure und 30.3 Magnesia ergab, so folgt

$$\frac{69.7}{435.983} : \frac{30.3}{250.190} = 4 : 3$$

und es enthielte somit der Borazit vier Verhältnissmengen Borsäure gegen drei Verhältnissmengen Magnesia. Eine solche Zusammensetzung eines Salzes musste für eine Säure von der hier angenommenen Konstitution der Borsäure sehr

unwahrscheinlich sein, da alle Erfahrungen dafür sprechen, dass die Verbindungen der Stoffe in der Natur nach möglichst einfachen Verhältnissen erfolgen. Berzelius selbst erklärte, dass ihm eine Zusammensetzung des Borazites, nach dieser Weise ausgedrückt durch die Formel $= \text{Mg}^3 \text{Bö}^4$, „verdächtig“ bleibe. Ja er hielt diese Verbindung für so unwahrscheinlich, dass er selbst an die Möglichkeit dachte, es könne der Borazit eine Doppelverbindung von Borsäure und Magnesia sein, wie dies die, in den Verhältnissen der Bestandtheile ganz mit der obigen übereinkommende, Formel $= 1 (\text{Mg} \text{Bö}^2) + 2 (\text{Mg} \text{Bö})$ ausdrücke. „Es ist nicht das Resultat der Analyse, welches ich in Frage stelle,“ so äussert sich der grosse Chemiker, „da dasselbe schwerlich mit einem erheblichen Fehler behaftet sein kann, sondern die in der Formel $\text{Mg}^3 \text{Bö}^4$ ausgedrückte Vorstellung über die Verbindungsweise der Bestandtheile. Die doppelten elektrischen Axen des Borazites und seine unsymmetrischen Abstumpfungsflächen könnten möglicher Weise auf einer komplizirteren Verbindungsweise beruhen. Doch liegt dies jenseits der Grenze, welche die Erfahrung noch nicht zu übersteigen vermocht hat!“

Immerhin waren unter diesen Umständen weitere Analysen des interessanten Minerals wünschenswerth. Solche verdanken wir zunächst dem Fleisse Rammelsberg's 48), welcher zwei Untersuchungen mit Borazitkrystallen vornahm, indem er sich mit dem Studium der Verbindungen der Borsäure beschäftigte. Rammelsberg verfuhr bei seiner Arbeit nach dem Principe der von Arfvedson angewandten Methode, jedoch mit der Abänderung, dass er, statt des Flussspathes nebst Schwefelsäure, reine konzentrirte Fluorwasserstoffsäure nebst Schwefelsäure anwandte. Selbst ganz klare und anscheinend durchaus frische Krystalle zeigten dabei ein auffallend ungleichartiges Verhalten der Borazitmasse. Nicht allein widerstand ein ziemlicher Antheil der Zersetzung durch die Fluorwasserstoffsäure, sondern selbst bei der Auflösung durch Schwefelsäure blieb noch eine gewisse Menge von Borsäure in der Verbindung,

welche erst nach mehrmaligem Erhitzen und wiederholter Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure ausgetrieben wurde. Es ist dieses Verhalten sehr bemerkenswerth, indem es zu beweisen scheint, dass selbst in diesen anscheinend frischen Borazitkrystallen eine (vielleicht weniger chemische als vielmehr physikalische) Verschiedenartigkeit der Substanz vorhanden ist. Diese frischen Krystalle ergaben

$$\begin{array}{r} \text{Borsäure} = 69.252 \\ \text{Magnesia} = 30.748 \\ \hline 100.000, \end{array}$$

wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Borsäure nur aus dem Verluste berechnet, die Magnesia allein direkt (als Bittersalz) bestimmt werden konnte. Es ist dies zu bedauern, da es nun ungewiss bleibt, ob der Verlust nicht vielleicht theilweise in Wasser bestanden habe. Wir werden hernach sehen, weshalb diese Frage von Interesse ist.

Grössere undurchsichtige, an der Oberfläche zum Theil rauh und zerfressen aussehende Krystalle mit faserigem Gefüge im Innern, welche Rammelsberg ebenfalls untersuchte, ergaben

$$\begin{array}{r} \text{Borsäure} = 68.876 \\ \text{Magnesia} = 31.124 \\ \hline 100.000 \end{array}$$

und scheinen demnach eine relative Zunahme des Magnesia-gehaltes und eine Verminderung des Borsäuregehaltes als das Wesen des Prozesses anzudeuten, durch welchen sie in diesen Zustand gelangt sind. Leider bleibt auch hier unsicher, ob der für Borsäure berechnete Verlust nicht theilweise in Wasser bestanden habe.

Das Ergebniss von Rammelsberg's Untersuchungen konnte somit keine neue Ansicht über die Natur des Borazites begründen. Man war zu jener Zeit noch nicht genügend aufmerksam geworden auf die Veränderungen, welche in den Mineralien so häufig vor sich gehen und welche in dem veränderten Aussehen der Krystalle sich gewöhnlich erst dann verrathen, wenn sie bereits in einem ziemlichen Grade fortgeschritten sind.

Sechster Abschnitt.

Polarisation lamellaire.

Abermals war unser Borazit innig verbunden mit einem neuen, wichtigen Fortschritte, welchen die Wissenschaft im Jahre 1841 machte. Der ruhmvolle Physiker Biot zu Paris beschäftigte sich mit den optischen Verhältnissen der Krystalle und richtete sein Augenmerk ganz besonders auf die an verschiedenen Mineralien beobachteten Polarisationserscheinungen, welche dem allgemein nachgewiesenen Zusammenhange zwischen dem Verhalten der Krystalle gegen das Licht und den mathematischen Grundverhältnissen ihrer Form zu widersprechen schienen. Hiebei musste der Borazit, in welchem Brewster (vergl. Seite 34 ff.) die Fähigkeit entdeckt hatte, das polarisirte Licht umzupolarisiren und sich wie ein doppelt brechender mit einer optischen Axe versehener Körper zu verhalten, ganz besonders in Betrachtung kommen.

Biot 49) machte die Entdeckung, dass die optischen Erscheinungen, welche die Körper darbieten, nicht allemal von den Eigenschaften ihrer Substanz und den dieser Substanz eigenthümlichen Krystallisationsverhältnissen abhängen, sondern von der Art und Weise, wie die Partien oder Lagen einer solchen krystallinischen Substanz zusammengefügt sind. So fand Biot, dass zwar der Alaun in vollkommen ausgebildeten Krystallstücken, seiner von gleichen Axenmaassen beherrschten Krystallisation entsprechend, sich als ein einfach brechender Körper verhalte, dass aber die meisten, besonders die ammoniakhaltigen, Alaunkrystalle durch lagenweisen Anschuss neuer Masse gewachsen und die einzelnen Lagen dabei nicht in der vollkommenen Weise mit einander verbunden seien, wie die krystallinischen Theilchen in einem ununterbrochen gewachsenen Krystalle. Abgesehen daher von der Anordnung der krystallinischen Theilchen, welche in einem Alaunkrystalle nothwendig und als Eigenthümlichkeit seiner Sub-

stanz stattfinden muss, und welche das Licht einfach gebrochen durchlässt, zeigen die Alaunkrystalle meistens, und oft sehr ausgezeichnet, noch andere optische Erscheinungen, welche von der lagenweisen Anordnung der verschiedenen Absätze ihrer Masse herrühren. In Wirklichkeit, wenn das optische Verhalten der Krystalle von einer, durch kein anderes Mittel unserer Wahrnehmung zugänglichen, Anordnung der Theilchen abhängt (aus welchen wir uns einen Krystall, so klein er immer sein mag, zusammengesetzt denken können), indem diese Theilchen nach gewissen Richtungen leichter, als nach gewissen anderen, die Zitterungen des Lichtes fortpflanzen — so kann man von vorn herein vermuthen, dass es gelingen müsste, durch einen Aufbau von Stückchen irgend einer Substanz nach Belieben einen Körper darzustellen, welcher als Ganzes der einen oder der anderen Krystallisation in seinem optischen Totalverhalten entsprechen würde, ohne dass dieses Totalverhalten von den optischen Eigenschaften der Substanz der zum Aufbau verwendeten Stückchen abhängig wäre. Biot zeigte in der That, dass ein Alaunkrystall, welcher sich nicht wie ein einfach brechender Körper verhalte, sondern das polarisirte Licht umzupolarisiren vermöge, nicht als ein einfacher Krystall zu betrachten sei, sondern vielmehr als eine krystallinische Masse, welche nur in Folge der Art und Weise, wie die Lagen von Krystallchen, aus welchen sie bestehe, sich schichtenweise um einen Kernkrystall angesetzt haben, die Totalform eines Alaunkrystalls darbiete. Man braucht nur einen recht grossen Alaunkrystall aus einer Fabrik zu prüfen, um sich von der Richtigkeit dieser, von Biot durch die feinsten Untersuchungen nachgewiesenen, Verhältnisse zu überzeugen. Schon die weisse Farbe und der perlmutterähnliche Glanz eines solchen Alaunkrystalles beweist, dass er aus vielen individuellen Theilen zusammengesetzt, nicht ein einziges, rein in sich ausgebildetes, Individuum ist; denn ein solches würde mindestens vollkommen glashell und auf den Flächen rein glasartig glänzend sein. Man bringt auch wirklich in der Optik durch Systeme auf

einander gelegter Tafeln von Glas — während Glas doch ein durchaus einfach brechender Körper ist — Erscheinungen hervor, welche gestatten, ein solches Glasplatten-system an der Stelle des ausgezeichnet doppelt brechenden Kalkspathes zu verwenden. Die optischen Eigenschaften der Substanz — welche also auch Eigenschaften der denkbaren kleinsten Theilchen (*molécules*) derselben sein müssen — nennt Biot molekuläre, diejenigen dagegen, welche durch die Zusammenschichtung, gleichsam durch die Aufeinanderlegung vieler Lagen, Schichten oder Blätter (*lamelles*), überhaupt durch die Aggregation hervorgerufen werden, nennt dieser Physiker lamelläre. Diese lamelläre Anordnung der Theilchen ist z. B. die Ursache der in den bekannten schönen Farben sich bemerklich machenden polarisirenden Eigenschaft der Perlmutter. Die letztere Bezeichnung passt jedoch nicht für alle Fälle, und es wird zweckmässiger sein, die ersteren Eigenschaften als optische Eigenthümlichkeiten der Substanz, die letzteren dagegen als optische Eigenschaften der Aggregate zu bezeichnen *). Ähnliche optische Eigenschaften der Aggregate, wie beim Alaun, beobachtete Biot bei mehreren anderen mit gleichen Axenverhältnissen krystallisirenden Substanzen, beim Steinsalze, beim Flussspathe, beim Leuzite

*) Diesen Unterschied hat Brewster bereits in seiner Abhandlung über die durch Wärme in den Mineralien erregte Elektrizität (*Edinb. Journ. of Science. II. pag. 208. — Poggendorff's Annal. d. Phys. u. Chem. II. pag. 297*) sehr deutlich bezeichnet, ohne der Unterscheidung jedoch eine bestimmte wissenschaftliche Form zu geben. Er vergleicht einen Kalkspathkrystall mit einer Glasplatte, welche durch Rothglühung und schnelle Abkühlung die Struktur zur doppelten Strahlenbrechung erhalten hat. Werde der Kalkspathkrystall in tausend kleine Stücke zertrümmert, so zeige noch das kleinste Fragment die doppelte Brechung; die Glasplatte dagegen verliere die Fähigkeit mit der Zertrümmerung und zwar um so mehr, je weiter die Zerkleinerung getrieben werde. Interessant ist der Vergleich, welchen Brewster zieht zwischen diesem Verluste der nicht in der Substanz begründeten, also gleichsam dem Glase aufgedrungenen, doppelten Strahlenbrechung und dem Magnetismus eines Stahlstabes, dessen grössere Fragmente zwar auch magnetisch erscheinen, während die durch Feilen u. s. w. abgetrennten Theilchen ihrer magnetischen Eigenschaften beraubt seien.

(Amphigen), beim Salmiak. Besonders interessant aber waren die Beobachtungen am Borazit. Ein gründlicher Kenner der Krystallographie, Herr Delafosse, hatte aus einem Borazitkrystalle von vorherrschend würfliger Form verschiedene Platten geschnitten und geschliffen, theils einer Ecklingsfläche (Oktaederfläche), theils einer Würfel-
fläche entsprechend. Zu seiner Überraschung fand er wirklich, dass sämtliche Platten das polarisirte Licht „vollständig depolarisiren“ (umpolarisiren). Er überliess seine Platten Herrn Biot, und dieser bestätigte die Entdeckung, sowie auch die nicht minder überraschende negative Bemerkung, welche Delafosse gemacht hatte, dass eine wirkliche regelmässige Doppelbrechung des Lichtes mit bestimmter Anordnung um eine optische Axe nicht stattfindet. Als aber eine der Platten dünn genug geschliffen war, so zeigten sich auch die lebhaftesten Farbenerscheinungen. Biot vermuthete nun, dass es derartige Erscheinungen gewesen, welche Brewster beobachtet und aus welchen er auf die von ihm behaupteten optischen Eigenschaften des Borazites geschlossen habe. Er hatte sich etwa mit der Beobachtung der Depolarisation (Umpolarisation) und der Farbenerscheinungen begnügt, indem er allerdings zu jener Zeit noch nicht vermuthen konnte, dass hier ein Beispiel vorliege, wo nicht nur in einer vorherrschenden Richtung, sondern nach allen Richtungen gleichmässig derartige Einwirkungen auf das Licht stattfinden, wie alle bis dahin beobachteten Körper, welche überhaupt derselben fähig sind, sie einzig in der Richtung der optischen Axen zeigen. Biot überzeugte sich wirklich, dass die Depolarisation und die Erscheinung der bunten Farben im polarisirten Lichte in Boraziten allseitig stattfinden, und dass dieselbe somit auf einer gleichmässigen Anordnung der Massentheilchen um einen Mittelpunkt beruhen könne, wie die äusseren Krystallisationsverhältnisse des Borazites sie erwarten lassen, und also mit der in der Form dieser Krystalle herrschenden Symmetrie vollkommen verträglich erscheine. Immerhin aber musste dieses einzige bis jetzt beobachtete Beispiel einer solchen Erscheinung

höchst auffallend und räthselhaft bleiben. Biot fand auch, dass die Erscheinung doch nicht gleichmässig in allen Theilen der Krystalle stattfindet, sondern mehr lokal, dass sie plötzlich wechsle und Unterbrechungen erleide, wenn man den Lichtstrahl nach einander in verschiedenen Winkeln durch eine Platte dringen lasse. Durch noch genauere Instrumente und unter Anwendung von Vergrösserung erkannte Biot in einer sehr dünn geschliffenen Borazitplatte (die dünnsten Plättchen zeigen derartige Erscheinungen stets am Besten) eine ganz allgemeine Verbreitung dieser Umpolarisationsfähigkeit und fand, dass die Farbenerscheinungen in äusserst dicht zusammengedrängten strahlenartig angeordneten Linien stattfinden, welche, ihrer unermesslichen Kleinheit wegen zusammenfliessend, dem Auge, ohne Hülfe der Vergrösserung, ein rein farbloses Licht darbieten. Gleichwohl urtheilte Biot, dass diese optischen Eigenthümlichkeiten der Borazitkrystalle weit mehr den optischen Eigenschaften eines Aggregates vergleichbar seien, als den Wirkungen der wahren Doppelbrechung der Substanz, welche ihrem Wesen nach unmöglich vereinigt gedacht werden kann mit einer regulären Krystallisation, wie die des Borazites. Biot glaubte, dass es gelingen dürfte, sich von der Beschaffenheit dieser Aggregation (Zusammensetzung), welche in den Borazitkrystallen stattfinden müsse, eine sichere Kunde zu verschaffen, wenn man innerlich und äusserlich durchaus vollkommen durchsichtige Krystalle der Untersuchung unterwerfen könne — allen Suchens ungeachtet, war es ihm jedoch unmöglich, solche zu erhalten. Es war auch damals die Zeit noch nicht gekommen, wo die inneren Zustände der Krystalle einer richtigen Würdigung hätten unterworfen werden können; es würde dem grossen Physiker sonst leicht gelungen sein, die wahre Ursache jenes Phänomens zu entdecken und dieses viel mehr bei trüben und sehr unvollkommen aussehenden Krystallen, als bei vollkommen durchsichtigen.

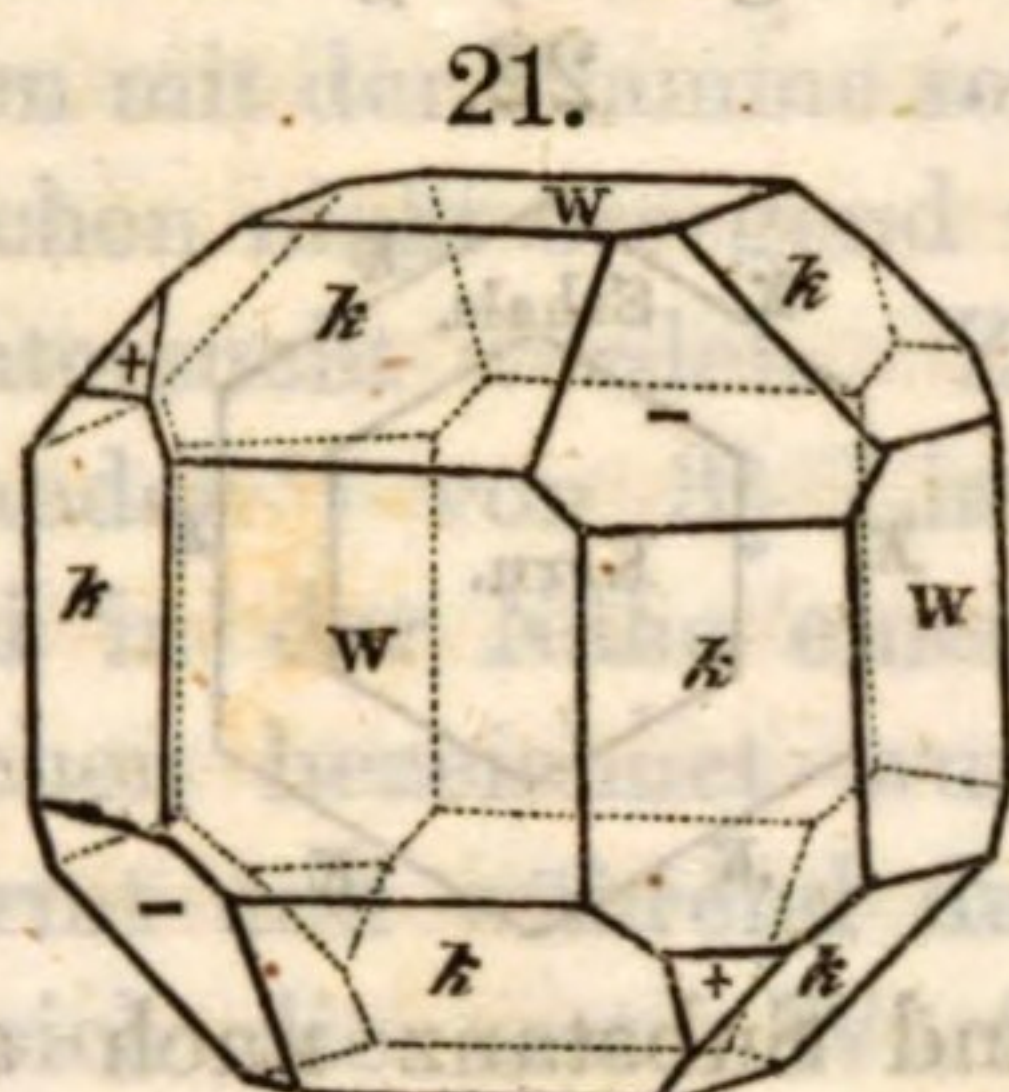
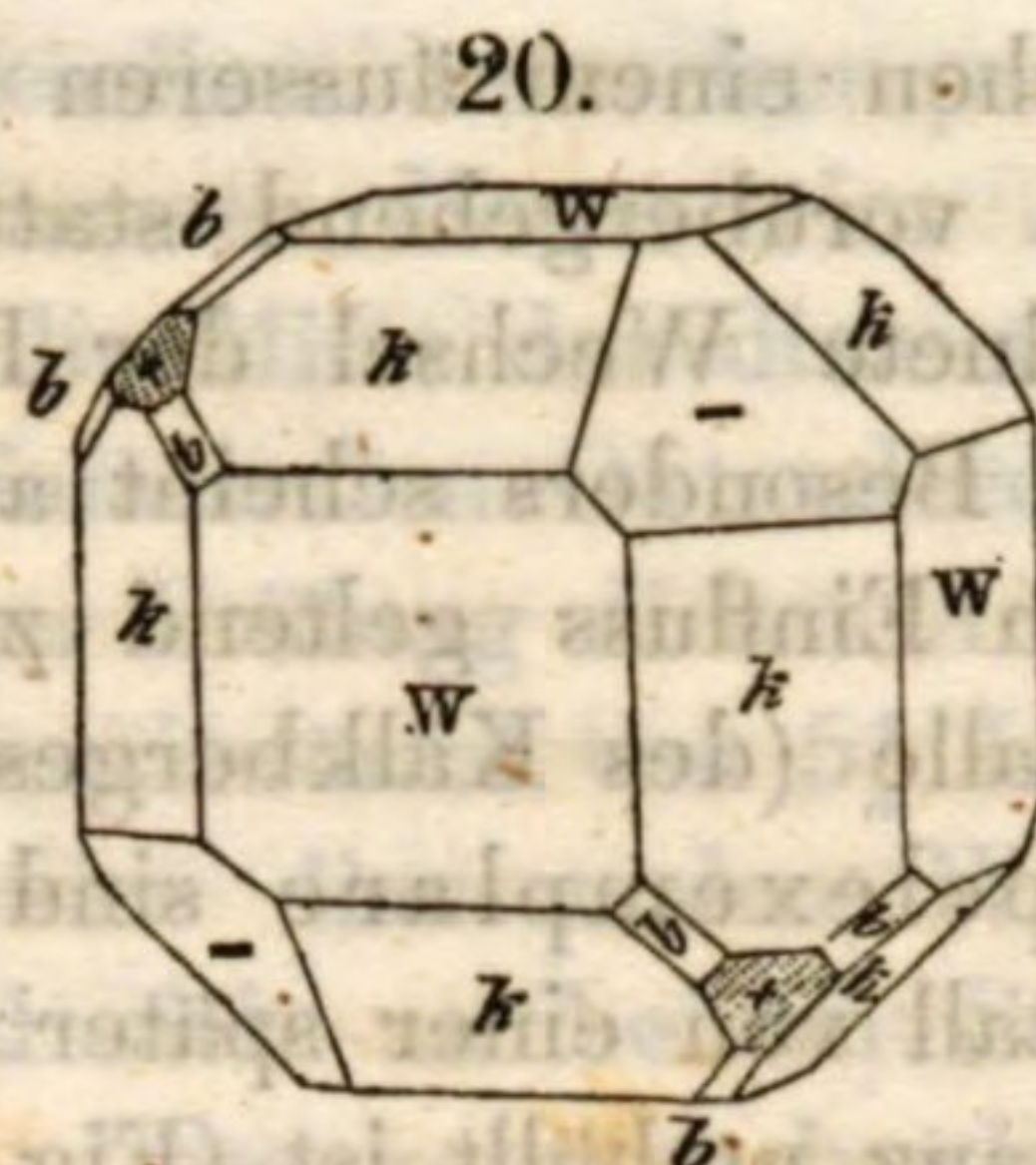
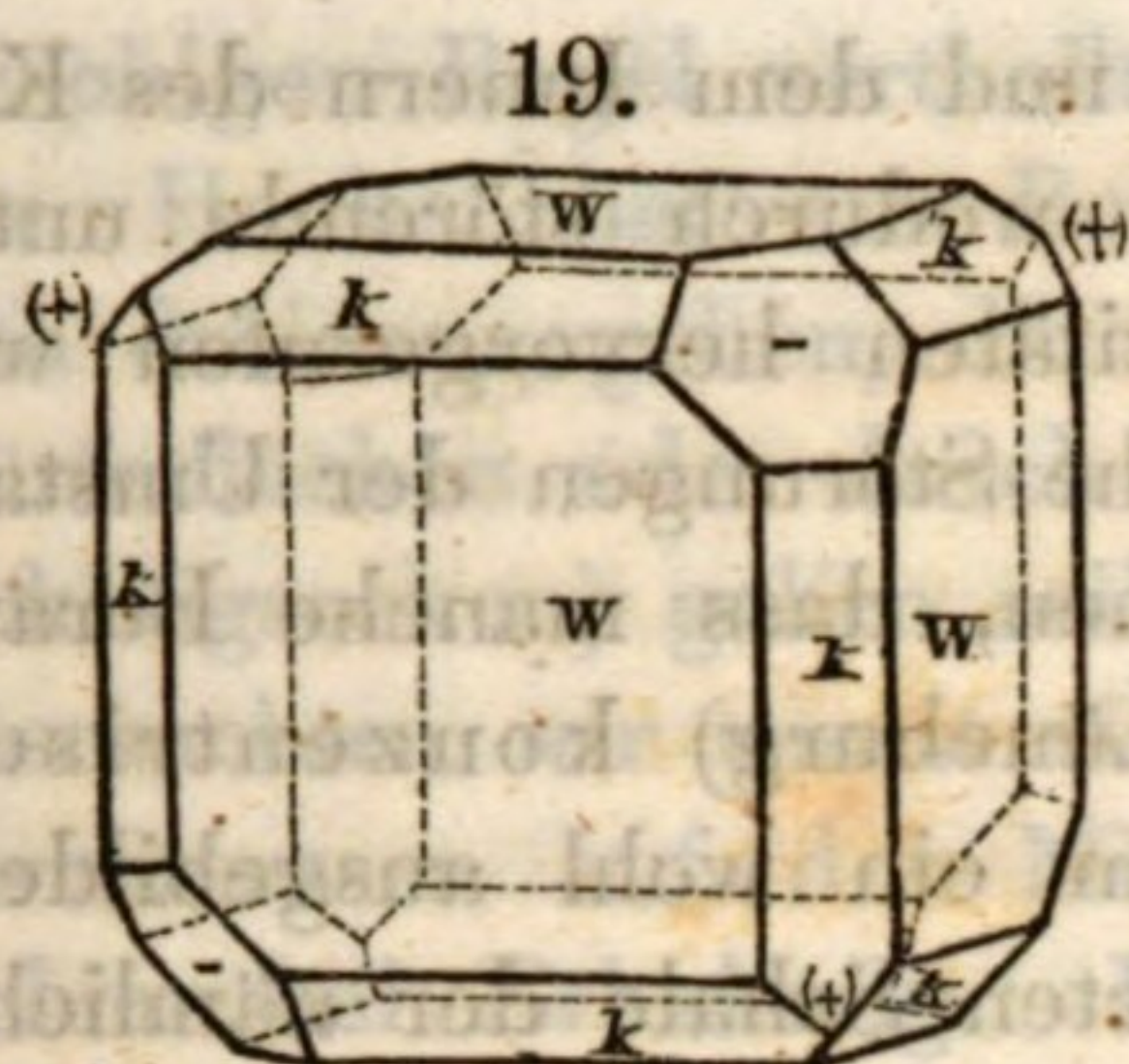
Die diese Ecke abtupfenden Timpfingsteinen (Biot) fand, dass diese Krystalle, welche die anstehende Platte mit (+) und

Siebenter Abschnitt.

Neue Untersuchungen über die Elektrizität.

Nachdem bereits im Jahre 1840 die elektrischen Eigenschaften des Borazites von Herrn Dr. Hankel⁵⁰⁾ einer neuen Untersuchung mit Hülfe eines vervollkommeneten Elektroskopes unterzogen worden waren, wiederholten Peter Riess und Gustav Rose, Zierden der Berliner Akademie, diese Prüfung zum Behufe eines vergleichenden Studiums der durch Temperaturveränderung hervorgebrachten, von Brewster sogenannten „pyroelektrischen“ Eigenschaften aller bis jetzt bekannten Mineralien, welche solche bemerken lassen⁵¹⁾. Sie bedienten sich dabei einer neuen, sehr bequemen Bezeichnung für die beiden verschiedenen Pole einer jeden elektrischen Axe, indem sie denjenigen Pol, an welchem das algebraische Zeichen des Temperaturzuwachses dem Zeichen der dadurch erregten Elektrizität entspricht, also den Pol, welcher durch Erwärmung positiv, durch Abkühlung negativ elektrisch wird, den analogen Pol nannten, den entgegengesetzten aber, welcher beim Erwärmen negativ, beim Erkalten positiv wird, den antilogen Pol. Die Untersuchungen wurden mit den verbesserten Instrumenten und mit allen Vorsichten gegen die feinsten Störungen eines völlig klaren Ergebnisses, welche der heutige Stand der Wissenschaft räthlich erscheinen liess, endlich mit der grössten Sorgfalt und Geduld angestellt. Es fand sich, in Bestätigung der, wie oben (Seite 49) mitgetheilt, von Köhler ermittelten Verhältnisse, dass die vier Würfecken, welche meistens stärker und stets mit glänzenden Flächen abgestumpft sind, die antilogen Pole enthalten, diejenigen vier andern dagegen, welche entweder nicht, oder doch meistens schwächer und mit matteren Flächen, abgestumpft sind (Fig. 19—21), die analogen Pole darstellen *).

*) Es sind daher in unseren Figuren diejenigen Ecken der Borazitkrystalle, welche die analogen Pole enthalten, stets mit (+), und



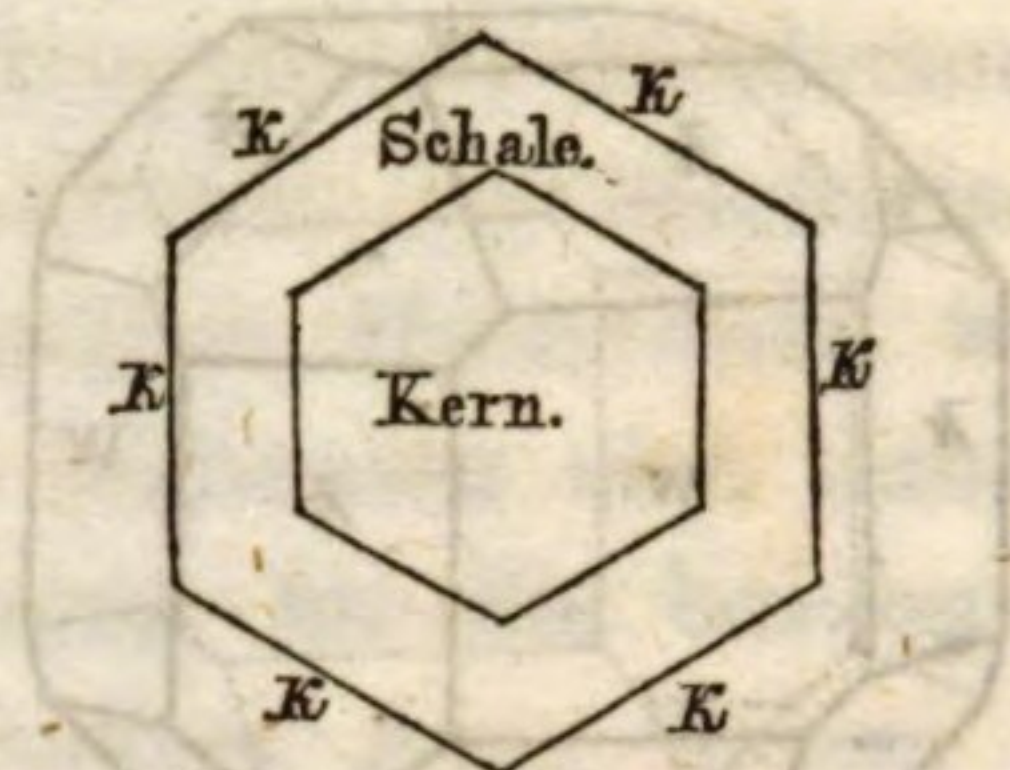
(Kalkberg zu Lüneburg.)

Mehrere Abweichungen im Verhalten, das Auftreten besonderer Pole in den Mittelpunkten der Würfelflächen, die Umkehrung der Pole bei Überschreitung eines gewissen Temperaturgrades u. s. w., Verhältnisse, welche Hankel beobachtet hatte und aus welchen derselbe unter Anderen eine Ungleichheit der drei elektrischen Axen des Würfels, nämlich das Vorherrschen der einen, und somit einen neuen Beweis für Brewster's Ansicht über die Krystallisation des Borazites nachweisen zu können glaubte, wurden zum Theil aufgeklärt, zum Theil von Riess und Rose für irrig gehalten; dieselben beruhen, nach der Meinung der genannten Forscher, vorzüglich auf ungenügender Regulirung der Temperatur und unvollständiger Berücksichtigung des Ganges, welchen der Wechsel derselben durch den ganzen Krystallkörper nimmt. Es tritt leicht der Fall ein, dass eine Ungleichheit der Temperatur

die diese Ecken abstumpfenden Timplingsflächen mit +, die Ecken dagegen, welche die antilogen Pole enthalten, mit (—) und die diese Ecken abstumpfenden Timplingsflächen mit — bezeichnet.

zwischen einem äusseren Theile und dem Innern des Krystalls vorübergehend stattfindet, wodurch störende untergeordnete Wechsel der Elektrizitäten hervorgerufen werden. Besonders scheint auf solche Störungen der Umstand seinen Einfluss geltend zu machen, dass manche Borazitkrystalle (des Kalkberges bei Lüneburg) konzentrische Doppelexemplare sind, indem ein wohl ausgebildeter Krystall von einer später gebildeten Schale der nämlichen Substanz umhüllt ist (Fig. 22) *),

22.



welche der Form und Substanz nach als eine Vergrößerung des Kernkrystalles selbst erscheint, aber doch durch eine deutliche Grenze von ihm geschieden ist und eine gleichmässige Vertheilung der Temperatur durch den ganzen Krystallkörper sehr erschweren muss. Bei der leichten Erregbarkeit des Borazites findet nach starker Erhitzung und darauf folgender rascher Erkaltung der äusseren Schichten ein wahrer Widerstreit zwischen den verschiedenartigen Elektrizitäten der Oberfläche und des Kernes statt, welche mitunter zu einer zeitweiligen völligen Umkehrung der normalen Elektrizität führt.

Riess und Rose untersuchten „siebenzehn Krystalle von Lüneburg, bei welchen theils die Hexaeder- **), theils die Dodekaederflächen ***)) vorherrschten, und zwei Krystalle von Segeberg. An allen fanden sich die Pole nach

*) Fig. 22 stellt den Durchschnitt eines solchen Krystalles von vorwaltend knöchlingischer („rhombendodekaedrischer“) Form dar, welcher normal zu einer Würflingsaxe („Rhomboederaxe“) geschnitten ist. Der Durchschnitt erscheint daher als ein Sechseck, dessen Seiten sechs Knöchlingsflächen (k) entsprechen.

**) Würflingsflächen (w).

***)) Abstumpfungsflächen der Würflingskanten, Knöchlingsflächen (k).

der obigen Regel vertheilt.“ Dieselben bemerken weiter: „Dr. Hankel hat am Borazite ausser diesen vier Axen noch drei angegeben, die durch die Mitte der diametralen Würffflächen oder durch die diametralen Oktaederecken (Ecklingsecken) gehen sollen. Zur Prüfung dieser Angabe untersuchten wir zuerst einen Borazitwürfel von $5\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser auf der Mitte zweier diametralen Würffflächen bei Erkaltung. Es fand sich an beiden Stellen starke positive Elektrizität, aber diese konnte durch momentanes Bestreichen mit der Flamme sofort entfernt werden. Dass dieses Bestreichen nicht erregend wirkte, war an dem kalten Krystalle untersucht worden. Zur weitem Prüfung wurde ein Dodekaeder *) von $3\frac{1}{2}$ Linien Würfelseite gewählt, an dem drei in der Nähe einer Tetraederfläche **) liegende Würffflächen bezeichnet wurden. Der Krystall wurde 16mal erwärmt und während der Abkühlung untersucht. Es zeigte sich die erste Würfffläche positiv bei 38 Prüfungen, die diametrale Würfffläche positiv bei 33 Prüfungen, die zweite Würfffläche negativ bei 28 Prüfungen, die diametrale Würfffläche negativ bei 31 Prüfungen, die dritte Würfffläche positiv bei 37, negativ bei 43 Prüfungen, die diametrale Würfffläche positiv bei 20, negativ bei 32 Prüfungen. An einem anderen Dodekaeder fand sich eine Würfffläche positiv, die diametrale negativ, eine andere negativ, die diametrale gleichfalls negativ, endlich die dritte Würfffläche positiv, die diametrale positiv oder negativ. Es folgt hieraus, dass in den Würffflächen (Oktaederecken) des Borazits keine elektrischen Pole liegen, dass die bemerkten Elektrizitäten von Anhäufungen herrühren, die an einigen Oktaederecken, welche durch Oberflächenbeschaffenheit mit einer naheliegenden Würfel-ecke in Verbindung stehen, einen konstanten Charakter haben, an anderen hingegen unbestimmt bleiben. Man kann diese Elektrizität in jeder Phase der Erkaltung auf

*) Knöchling (k).

**) Abstumpfungsfläche einer Würflingsecke, Timplingsfläche (—).

die angegebene Weise fortschaffen, so dass der Krystall nur die acht wirklich polaren Stellen behält.“

„Am angeführten Orte hat Herr Dr. Hankel ferner angegeben, dass die Elektrizitäten, welche die Ecken des Borazitwürfels entwickeln, nicht von der Art der Wärmebewegung allein abhängig sind, sondern auch von den Temperaturgrenzen, zwischen welchen dieselben stattfinden. Eine gewisse Ecke z. B., die von 16 bis 69 Grad erhitzt, positiv elektrisch war, zeigte sich von 69 ° an weiter erhitzt negativ. Ein ähnlicher Polaritätswechsel wurde bei Abkühlung des Borazits bemerkt. Dass ein Wechsel der Polarität des Krystalls ohne vorhergehenden Wechsel der Wärmebewegung stattfindet, ist eine so neue Thatsache, eine so unvereinbare mit der ganzen bisherigen Kenntniss der Pyroelektrizität, dass sie nur nach sorgfältigster Prüfung hätte angenommen werden können. Bei den vielen Versuchen, die wir zur Ermittlung der Pole des Borazits angestellt hatten, war kein Wechsel der Polarität bemerkt worden, obgleich die Krystalle bis 110 ° R. erwärmt und bis zur vollständigsten Erkaltung untersucht waren. Es wurde nun der leicht erregbare Würfel von $5\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser in den mit Schrot gefüllten Tiegel gelegt, so dass eine Ecke desselben mit einer glänzenden Tetraederfläche frei blieb. Das eine Ende des Platindrahts wurde an dem Stifte des Elektroskops befestigt, das andere Ende mit einer gläsernen Handhabe versehen, so dass mit dem letztern der Krystall an einer beliebigen Stelle berührt, und so die Elektrizität dieser Stelle geprüft werden konnte. Es ist dies die von Dr. Hankel überall bei seinen pyroelektrischen Versuchen befolgte Methode; nur hat derselbe den Krystall frei auf einem Bleche stehen lassen, statt dass er hier in das Schrot versenkt war. Das Schrot wurde durch eine Lampe mit doppeltem Luftzuge langsam erwärmt. Bei dieser Erwärmung, die bis 202 ° R. getrieben wurde, gab die freie Ecke des Krystalls nur negative, bei der nachfolgenden Abkühlung nur positive Elektrizität zu erkennen, obgleich die Untersuchung von Sekunde zu Sekunde fortgesetzt wurde. Diese Prüfung wurde zu wieder-

holten Malen mit demselben Erfolge angestellt. Die Anzeichen der Elektrizität waren im Allgemeinen schwach, und zu Ende der Erwärmung, wo die Temperatur sehr langsam stieg, wie zu Anfange der Erkaltung verschwindend. Um dem Einwurfe zu begegnen, dass dieser besondere Krystall keinen Polwechsel besass, oder dass die dazu nöthige Temperatur (die Hitze durfte des Schrotes und Thermometers wegen nicht über 210° R. gebracht werden) noch nicht erreicht worden war, wurde der Krystall bei 200° mit der Zange aus dem Tiegel gehoben und bei Abkühlung in freier Luft untersucht. Hier zeigte sich die von Hankel beschriebene Erscheinung in hohem Grade. Jede Würfecke mit glänzender Tetraederfläche war stark negativ, jede Würfecke mit matter positiv elektrisch, und beide Elektrizitäten gingen nach kurzer Zeit durch Null in die entgegengesetzten, also den bezeichneten Stellen nach dem Gesetze zukommenden, über. Diese Umkehrung der gesetzlichen Polarität bei plötzlicher Erkaltung nach starker Erwärmung ist bei allen vorliegenden Exemplaren bewirkt worden, aber mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit. Die undurchsichtigen Exemplare mit rauher Oberfläche zeigten sie nach Erhitzung bis 130° R., die mit glatten Flächen mussten bis 180° erwärmt werden, und die durchscheinenden Krystalle entwickelten, selbst nach Erhitzung bis 205° , die anomale Elektrizität sehr schwach, während die folgende gesetzmässige mit grosser Intensität eintrat. An einem schwach durchscheinenden Borazitdodekaeder, mit stark glänzenden Flächen, konnte an den unabgestumpften Würfecken keine Umkehrung hervorgebracht werden; doch war dieser Krystall im Allgemeinen schwer erregbar. Bei keinem Krystalle ist ein wiederholter Wechsel vorgekommen; wenn die normale Elektrizität eingetreten war, blieb sie bis zum vollständigen Erkalten. Es wurden einige Exemplare auf die in der Einleitung angegebene Weise beim Erhitzen untersucht, ohne dass ein normales Verhalten beobachtet wurde. An einem Dodekaeder z. B. gab eine glänzende Tetraederfläche, nach heftigster Erhitzung der diametralen Fläche, einige Sekun-

den hindurch negative Elektrizität, die durch Null in die positive übergang, und diese hielt bis zur vollständigsten Erkaltung an, ganz wie es das Gesetz verlangt. — Aus diesem Allen geht hervor, dass die bemerkte Anomalie nicht der Pyroelektrizität zugehört, sondern nur scheinbar ist und von einer übersehenen, in der Masse des Krystalles stattfindenden Wärmebewegung herrührt. Die Erscheinung kann zuerst eintreten, wenn der Krystall an seiner Oberfläche die Wärme besser leitet, als im Innern, und die Erhitzung nicht die ganze Masse desselben zu einer konstanten Temperatur gebracht hat. Alsdann wird der Krystall, wenn er an das Elektroskop angelegt wird, von einer Hülle umgeben sein, die heisser ist, als das Innere desselben, und, nach Aussen erkaltend, die Masse nach Innen erwärmt. Auf diese Weise lässt sich die Erscheinung leicht künstlich hervorbringen. Der Turmalin in natürlichem Zustande giebt dieselbe bekanntlich niemals; lässt man aber seine Endigungen an einer Öllampe anschmauchen, so zeigt er sie in einem hohen Grade. — Bei diesen Versuchen ist der Erfolg abhängig von einer unvollkommenen Erwärmung des Krystalles; wurde jener Turmalin zwei Minuten lang in der Lichtflamme erhitzt, so zeigte er nichts Ungewöhnliches. Ohne Zweifel würde der Borazit unter den oben genannten Bedingungen die anomale Elektrizitätsentwicklung zeigen; dieselbe kann aber an ihm noch auf andere Weise entstehen. Der grosse Borazitwürfel wurde während 10 Minuten im Schrotbade bei einer Temperatur von 190 bis 200 Graden erhalten, dann bei 190 ° aus dem Tiegel genommen und geprüft; er gab die anomalen Elektrizitäten während $\frac{3}{4}$ Minuten sehr stark, nach welcher Zeit sie in die gesetzmässigen übergingen. Hier musste das Umgekehrte des im obigen Falle angegebenen geschehen. Die Oberfläche des Krystalles erkaltete hier sehr schnell, und wir hatten an das Elektroskop gleichsam eine kalte Krystalschale und einen heissen Kern angelegt. An jedem Punkte, wo der Krystall geprüft wurde, gab das Elektroskop die Differenz zweier entgegengesetzten Elektrizitäten an, der Elektrizität der sich

erwärmenden Schale und der des erkaltenden Kernes. Am Anfange des Versuches, wo die Erwärmung der Schale schneller geschieht, als die Abkühlung des Kernes, überwiegt die elektrische Wirkung der ersteren, tritt aber bald gegen die Wirkung der Erkaltung zurück, zumal da diese eine immer grösser werdende Masse des Krystalls ergreift. Die sich erwärmende Schale des Krystalls kann nur dünn sein, da es einer hohen Temperatur bedarf, damit die in ihr erregte Elektrizität merklich werde; ein Borazitkrystall, noch so lange bei einer Temperatur unter 120° erhalten, giebt bei der Abkühlung keine andere Elektrizität, als die gesetzmässige. Wohl aber scheint er dann bei dem ersten Anlegen an das Elektroskop fast unelektrisch, ganz wie es beim Topas, Turmalin, Axinit nach der stärksten Erhitzung der Fall zu sein pflegt. Dies bekannte Verhalten der letztgenannten Krystalle hat man so gedeutet, dass die Elektrizität sich erst anhäufen müsse, um das Elektrometer zu affizieren. Dass dies nicht der Hauptgrund sei, erhellt daraus, dass, wenn man in einer späteren Phase der Abkühlung einen Turmalin durch die Flamme von der angehäuften Elektrizität säubert, die elektrische Anzeige zwar geschwächt, aber nie so schwach wird, wie zu Anfang des Versuchs, wo doch die Elektrizitätserregung am Stärksten sein musste. Es findet also bei allen Krystallen in dem angeführten Falle ein anfängliches Verstecken der Elektrizität des Krystallkerns durch Entgegenwirken der Elektrizität der Schale statt, eine Erscheinung, die sich bei dem Borazite, zufolge seiner besonderen Oberflächenbeschaffenheit und leichten Erregbarkeit, nach starker Erhitzung zu einer völligen Umkehrung der normalen Elektrizität steigert.“

Gegen diese Ansichten von Riess und Rose erklärte sich Hankel^{51 c.)}, indem er hervorhob, dass die von den genannten Akademikern gegen seine Beobachtungen gerichteten Einwürfe, dieselben nicht zu widerlegen vermögen und die Wiederholung der früher von ihm gemachten Versuche immer von Neuem zu denselben Resultaten führe, dass ausser den acht von Haüy bereits in den Würfecken des Borazites aufgefundenen Polen,

noch sechs andere in der Mitte der Würfelflächen vorhanden seien, deren Stärke sogar die Intensität der Pole in den Würfecken mitunter in hohem Grade übertrifft und dass sämtliche Pole sowohl während der Erwärmung, als auch während der Abkühlung einen mehrfachen Wechsel der Elektrizität zeigen, dass die von Riess und Rose gewählte Bezeichnung der Pole nur innerhalb geringerer Temperaturbewegungen gelten könne, indem der Wechsel der Elektrizitäten sich nur dann einstellt, wenn die Erwärmung mindestens über 120° R. getrieben wird. — Gleichwohl wiesen Riess und Rose in einem Nachtrage zu ihrer Abhandlung über die Pyroelektrizität^{51d.)} Hankel's Beobachtungen abermals zurück, indem sie dieselben theils der Ungenauigkeit der befolgten Methode, theils einer irrigen Verwechslung verschiedenartiger Erscheinungen zuschrieben. „Was nun also den von Herrn Hankel behaupteten Polwechsel ohne Wechsel der Wärmebewegung am Titanite und Borazite betrifft, so ist jetzt keine einzige Erfahrung vorhanden, welche denselben als der Pyroelektrizität zugehörend erkennen lässt. Im Gegentheile sprechen gegründete Vermuthungen dafür, dass die Erscheinung von einer unregelmässigen Wärmebewegung herrührt. Sollten in der Folge Versuche beigebracht werden, dass vollkommen regelmässig erwärmte und erkältete Titanite und Borazite konstant bei bestimmten Temperaturen ihre Pole ändern, so würden diese Erscheinungen nicht „als zum Wesen der Pyroelektrizität gehörig“, sondern als interessante Anomalieen in die Wissenschaft aufgenommen, die sonst erprobten Gesetze und darnach eingerichteten Bezeichnungen aber nicht im Geringsten geändert werden.“ So äusserten sich Riess und Rose in ihrer letzten Veröffentlichung über diesen Gegenstand. Hankel lieferte jedoch später abermals einen Nachweis^{51e.)}, „dass in den elektrischen Polen des Borazits und Titanits sowohl während ununterbrochen steigender als sinkender Temperatur ein Wechsel der Elektrizitäten stattfindet.“ Derselbe sagt in Bezug auf die Geschichte dieser Meinungsverschiedenheit: „Unter solchen Umständen hielt ich es für besser, dass

dieser streitige Punkt erst zwischen den Herren Riess und Rose und mir auf eine bestimmte Weise erledigt würde, ehe eine weitere Veröffentlichung darüber geschähe. Ich benutzte deshalb die Anwesenheit des Herrn Prof. Kämtz aus Dorpat hier in Halle im Sommer 1844, um demselben die Wechsel der Elektrizitäten am Borazit und Titanit zu zeigen und bat denselben dann, diese Resultate seiner eignen Beobachtungen, bei denen auch Herr Prof. Schweigger noch zugegen war, auf seiner beabsichtigten Reise nach Berlin dem Herrn Dr. Riess mitzutheilen. Diese Mittheilung hatte Herr Prof. Kämtz auch Herrn Dr. Riess gemacht, und ich hoffte, dass Letzterer sich dadurch bewogen fühlen würde, seine früheren Versuche zu wiederholen. Da dieses aber nicht geschehen war, so benutzte ich meine Anwesenheit in Berlin im vorigen Frühjahr, um Herrn Dr. Riess diese Wechsel der Elektrizitäten mit seinen Apparaten nachzuweisen und ihn so von der Richtigkeit meiner Beobachtungen zu überzeugen.“ Hankel bestätigte nun noch durch eine neue Versuchsreihe, dass der Borazit, wenn er nur wenig erwärmt wird, nur eine bestimmte Elektrizität an jedem Punkte anzeigt und beim Erkalten dann die entgegengesetzte, dass aber bei höherer Erwärmung ein regelmässiger Wechsel eintritt. So ergab sich mit einer Timplingsfläche (Tetraederfläche) folgende Beobachtungsreihe. Es zeigte sich im Allgemeinen:

bei Erwärmung von 0° bis 219° Cels. negative Elektrizität,
dann von 219° bis 280° positive Elektrizität;
beim Erkalten von 260° bis etwa 100° negative, von 100°
bis 36° positive Elektrizität;
beim Wiedererwärmen bis etwa 230° negative, dann von
 230° bis 300° positive, von 300° bis 330° aber wieder
negative Elektrizität u. s. w. u. s. w.

Aber selbst innerhalb dieser Reihe traten noch Zwischenfälle von völliger Wirkungslosigkeit (neutraler Elektrizität) und kurz andauernden, aber sehr kräftigen Umkehrungen der Elektrizitäten auf.

So steht nun gegenwärtig die Kunde von den elektrischen Eigenschaften des Borazites.

Achter Abschnitt.

Der Borazit zu Stassfurth. Weitere Untersuchungen.

Von grossem Interesse für die Gewinnung einer richtigen Ansicht über die Naturgeschichte und mineralogische Bedeutung des Borazites ist die im Jahre 1846 geschehene Auffindung desselben Minerals an einem neuen Fundorte und unter Verhältnissen, welche von denjenigen Lüneburgs und Segebergs ziemlich bedeutend abweichen. Der im letzten Jahre verstorbene, für die Förderung der Mineralogie und des Berg- und Hütten-, sowie ganz besonders des Salinenwesens so lange und so eifrig thätig gewesene Oberbergrath Karsten gab hierüber die Mittheilungen⁵²⁾, welchen ich im Folgenden dem Sachverhalte nach und theilweise wörtlich folge. — Auf der Saline zu Stassfurth im Magdeburgischen wurde zum Zwecke der Auffindung der Steinsalzablagerung, welche man der dem Boden entsteigenden Soolquellen wegen in der Tiefe zu vermuthen berechtigt war, ein Bohrschacht und Bohrloch niedergebracht. Nach Durchhohrung einer fast 600 Schuh mächtigen Ablagerung von buntem Thone und Sandsteine erreichte man milden Gyps, und nachdem fast 68 Fuss in diesem gebohrt war, folgte Anhydrit 150 Fuss mächtig. Die letzten sieben Schuh des Anhydrites enthielten schon Spuren von Steinsalz; unter dem Anhydrit folgten 29 Schuh dick Schichten, welche, dem Anscheine des Bohrmehles nach, aus blaugrauen Mergeln, weiss und röthlich gefärbtem Gypse und aus grauem Kalksteine bestanden, die in rascher und unbestimmter Folge mit einander wechselten. Unter diesen Schichten folgte sogleich Steinsalz, in welchem bis Ende 1846 schon über 150 Fuss niedergebohrt war. Der Punkt, wo man das Steinsalz erreichte, liegt 605 Fuss unter dem Meeresspiegel. Je tiefer das Bohrloch durch den Sandstein in den Gyps und Anhydrit eindrang, um so reicher wurde der Salzgehalt der dem Bohrloche entquellenden Soole. Aus dem Steinsalze selbst erhielt man die

letztere sogar mit 31.9 Prozent Rohsalz. Die Freude über dieselbe ward aber sehr getrübt, indem die Untersuchung ergab, dass nur 15.8 Prozent Chlornatrium (Kochsalz) waren und die grössere Hälfte des Rohsalzes aus anderen Salzen bestand, unter denen das Chlormagnesium mit 12.9 Prozent vorwaltete. Der Kochsalzgehalt dieser Soole war sogar geringer, als derjenige der alten Soolquellen der Stassfurter Saline, welcher im Ganzen nur 17.1 Prozent Rohsalz, unter diesen aber über 16 Prozente Kochsalz liefern. Steinsalzstücke, welche man aus dem Tiefsten des Bohrloches hervorbrachte, waren ein eigenthümliches Gemenge, welches seinem in Wasser löslichen Theile nach aus 90.7 Prozenten Kochsalz und 9.27 Prozenten wasserfreien Bittersalzes (Magnesiasulphates, schwefelsaurer Magnesia) bestand. Der in Wasser unlösliche, sehr geringe Rückstand (0.3 Prozent) ist zum kleinsten Theile Gyps, grösstentheils dagegen Borazit. Das unreine Steinsalz enthält bituminöse Substanzen, die sich beim Reiben durch den Geruch verrathen, und löst sich in Wasser mit sehr schwachem Knistern, immerhin erinnernd an gewisses Steinsalz zu Wieliczka in Gallizien, welches man dieser Eigenschaft wegen als „Knistersalz“ zu bezeichnen pflegt. Das Knistern des letzteren rührt von einem brennbaren, aus Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäuregas, Sauerstoffgas und Stickgas bestehenden Gasgemenge, aller Wahrscheinlichkeit nach einem Zersetzungsprodukte organischer Substanzen im Salze), her, welches unter dem gewaltigen Drucke der überlagernden Gebirgsmasse in dem Steinsalze sich in einem sehr verdichteten Zustande befindet und bei der Auflösung des letzteren frei wird.

Je tiefer man in das Steinsalzlager zu Stassfurth eindrang, um so mehr nahm der Bittersalzgehalt des Steinsalzes zu. Dazu vermehrte sich auch der Gehalt an den in Wasser unlöslichen Bestandtheilen, die sich bei der Untersuchung als Gyps, Kieselthon und oxydirtes Eisen erwiesen, dagegen keine Spur von Borazit mehr zeigten. Die Soole ward mit der Tiefe immer unreiner: der Gehalt an Bittersalz und Chlormagnesium in derselben nahm

fortwährend zu. So hatte man bei einer Totaltiefe des Bohrloches von 963 Fuss eine Soole mit 33.28 Prozent Rohsalz, von welchen nur 7.15 Prozente Chlornatrium (Kochsalz) waren! Fast das ganze übrige Rohsalz war Bittersalz und besonders Chlormagnesium! Ausser diesen Bestandtheilen ist besonders noch ein Gehalt der Soole an Chloreisen bemerkenswerth, welches sich an der Luft zersetzt und als gelbes „Eisenoxydhydrat“ (Xanthosideritocher) das Rohsalz verunreinigt. Die Soole bringt zahlreiche Gypsflimmern mit aus dem Bohrloche, welche in dem hervorquellenden Wasser durch irgend einen Prozess sich fortwährend zu bilden scheinen.

Erst nachträglich bei der Verrohrung des Bohrloches und der zum Behuf derselben vorgenommenen Reinigung desselben bemerkte man, dass jene zunächst über dem Steinsalze liegenden 29 Fuss mächtigen Schichten ein derbes, durch seine reine, fast schneeweisse Farbe ausgezeichnetes Mineral enthielten, welches in grösseren und kleineren Stücken zu Tage kam. An der Luft wird dasselbe gelblichweiss; es hat grosse Ähnlichkeit mit einem weissen Kalksteine. Die Analyse ergab

Magnesia	= 29.48
Kohlensaures Eisenoxydul, mit Spuren von Manganoxydul und Eisenoxyd- hydrat	= 1.03
Borsäure	= 69.49.
	100.00

Es ist auch in dieser Analyse die Borsäure durch Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure verjagt und aus dem Verluste berechnet. Übrigens stimmt das obige Ergebniss vollkommen mit dem des Borazites von Lüneburg und Segeberg überein. Nur ist es auffallend, dass dieser Stassfurter Borazit sich in verdünnter Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure leicht, in konzentrirter Fluorwasserstoffsäure ohne Erwärmung auflöst — was der Lüneburger und Segeberger Borazit niemals thut. Dieses abweichende Verhalten scheint kaum eine unbedingte Vergleichung zu

gestatten, ist aber gleichwohl offenbar nur in dem Zustande des Stassfurter Borazites begründet.

Der „derbe Borazit“ hat häufig ein zerfressenes Ansehen auf der Oberfläche der zu Tage geförderten Bruchstücke. Die Bruchfläche ist dicht und eben, zuweilen splittrig, zuweilen sogar von erdigem Ansehen, letzteres jedoch nur auf der nicht frisch geschlagenen Bruchfläche, wenn dieselbe längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen ist. Unter den zu Tage geförderten Stücken befinden sich einige, deren Oberflächen mit kleinen Kochsalzwürfelchen bekleidet sind. Ein ganz besonders merkwürdiges Verhalten ward bei einem Stücke dieses Borazites bemerkt, indem sich beim Aufschlagen desselben ein breit gedrückter Abdruck von einer grossen, trichterförmig-treppenartigen Kochsalzkrystallgruppe zeigte, deren Wände zum Theil noch mit den Kochsalzwürfelchen besetzt waren, zum Theil aber auch durch später erfolgtes Wiederauflösen der Salzwürfel in Wasser nur noch die Räume und Eindrücke zeigten, welche früher von den Salzkristallen erfüllt gewesen sein mussten.

Wie ausgedehnt das Vorkommen des Borazites in der Stassfurter Steinsalzablagerung sein mag, ist natürlich noch nicht zu bestimmen, da ein Bohrloch darüber keinen genügenden Aufschluss giebt. Immerhin ist das Vorkommen daselbst wohl ohne Zweifel massenhafter, als zu Lüneburg und Segeberg.

Von Krystallisation zeigt das Stassfurter Mineral keine wahrnehmbare Spur. Dr. Gustav Karsten⁵³⁾ fand selbst bei einer 250fachen Linearvergrösserung unter dem Mikroskope noch keine Spur eines krystallinischen Gefüges. Hienach müsste man das Mineral zu den sogenannten amorphen Vorkommnissen zählen.

Es gilt gegenwärtig allgemein in der Mineralogie die Ansicht, dass es zwei verschiedene Zustände der Substanzen gebe, deren einen man den amorphen nennt, während der andere der krystallinische ist. Man könnte den ersteren, so wie man sich denselben denkt, als den todten, den zweiten dagegen als den belebten Zustand

der Substanz betrachten oder, wenn man aus Besorgniss vor Missverständniss diese Ausdrücke lieber vermeiden will, als passiven und aktiven Zustand. Der amorphe Zustand ist nicht bloß durch den Mangel einer geometrischen äusseren regelmässigen Form charakterisirt, welche auch feinkörnigen krystallinischen Mineralien vollständig abgeht, sondern auch durch einen abweichenden Zustand der kleinsten Theilchen der Substanz selbst, von welchem man glaubt, dass derselbe in einer Abweichung des spezifischen Gewichtes, in einer Abweichung im chemischen Verhalten, ja selbst in einer Abweichung im optischen Verhalten sich kundgebe. Diese von Fuchs in wissenschaftlicher Form aufgestellte, von Breithaupt (welcher den amorphen Zustand den „porodischen“ nennt) schon früher geltend gemachte und von Weiss gleichfalls vertheidigte, von Mohs dagegen nie anerkannte Lehre scheint in neuester Zeit wieder gründlich erschüttert zu werden. Die gewichtige Stimme von Frankenheim⁵⁴⁾ in Breslau, welcher durch viele scharfe Untersuchungen zu der Überzeugung gelangt ist, dass der rigide Zustand aller Substanz identisch sei mit dem krystallinischen, und dass jeder, dem Anscheine nach auch noch so vollkommen amorphe, Körper nur ein unendlich feinkörniges regelloses Aggregat krystallinischer Substanztheilchen sei, scheint durch viele neuere Beobachtungen Unterstützung zu finden. Selbst das Glas, welches stets als das Muster eines amorphen Körpers angesehen wurde, ja nach welchem der amorphe Zustand auch wohl schlechthin der „glasartige“ genannt wurde, hat sich nach Leydolt's Untersuchungen⁵⁵⁾ als ein Gemenge erwiesen, dessen einer Bestandtheil durchaus aus Krystallen besteht, während Leydolt den anderen noch für amorph hält. Vielleicht werden neue Prüfungsmethoden uns mit der Zeit in den Stand setzen, den krystallinischen Zustand der Substanz auch da zu erkennen, wo keins der bisher angewandten Mittel ausreicht. Für die pyroelektrischen Substanzen liegt ein solches Erkennungsmittel in dem pyroelektrischen Verhalten der Theilchen selbst. Zerreibt man nämlich Borazitkrystalle zu dem feinsten Pulver, so zeigen

selbst die Staubtheilchen, so fein sie sein mögen, pyroelektrische Polarität. Streut man sie auf eine Metallplatte und erhitzt diese durch eine untergestellte Lampe, so werden die Stäubchen gleichsam lebendig, indem die zufällig zusammenliegenden gleichnamigen Pole zweier benachbarter Stäubchen sich, sobald durch die Erwärmung die Elektrizität erregt wird, gegenseitig abstossen, ungleichnamige sich anziehen. Es entstehen, wie dieses zuerst der Dr. Karsten beobachtete, sonderbare Bewegungen in dem Staube; die Theilchen schieben sich von einander, ballen sich zusammen, stossen sich ab und ziehen sich an. Dieselbe Erscheinung aber und durchaus nicht in geringerem Grade als das Pulver der Borazitkrystalle, zeigt auch das Pulver des Stassfurter „derben Borazites“, wenn es ebenso behandelt wird. Also selbst diese anscheinend vollkommen amorphe Masse besteht aus unendlich kleinen krystallinischen Individuen, welche ihre elektrischen Pole besitzen. Die Eigenschaft der elektrischen Polarität widerstreitet dem Begriffe des Amorphismus mit Entschiedenheit.

Die vollständigste Übersicht der Charakteristik des Borazites und der wesentlichsten litterarischen Arbeiten über denselben giebt unter allen mineralogischen Hilfsmitteln das reichhaltige und gründliche Handbuch Hausmann's, welcher auch schon ganz im Anfange des Jahrhunderts die Krystallisationen des Borazits einer besonderen Betrachtung unterzogen hat⁵⁶⁾.

Der oberwähnte Oberbergrath Karsten⁵⁷⁾ theilte in dem von ihm redigirten Archive für Mineralogie etc. sehr ausführliche Angaben über die geognostischen Verhältnisse von Lüneburg und Segeberg mit, in welchen sich jedoch leider die wunderlichsten Hirngespinnste über die Entstehung des Gypses, Anhydrites, Steinsalzes, Dolomites, geologisch-halurgische Träumereien, die man dem hohen Alter des verdienstvollen Verfassers zu Gute halten muss, die aber leider auch bei einem anderen renommirten Halurgen, Herrn v. Alberti (Verfasser der „halurgischen Geologie“), spuken, in solchem Grade geltend machen, dass selbst die

Macht der klar vorliegenden und theils in den von Herrn Karsten angeführten Schriften hervorgehobenen, theils von ihm selbst verifizirten Thatsachen nichts gegen dieselben vermocht hat.

Schliesslich sei es gestattet, auch meiner eigenen Arbeiten über die geognostischen Verhältnisse Lüneburgs und Segebergs zu gedenken⁵⁸⁾. Bekannt, wie ich es bin, so zu sagen mit jedem Steine in der Umgebung Lüneburgs, wo ich die ersten zwanzig Jahre meines Lebens verlebte und, früh an eifrige Naturbeobachtung gewöhnt, um so aufmerksamer die kleinsten Besonderheiten auffasste, als grossartiger Wechsel sich dort nirgend findet, konnte mir eine intimere Anschauung der Lüneburgischen Verhältnisse nicht wohl entgehen und auch eine richtigere Deutung der Schichten nicht fehlen, seit ich im Herbst 1845 bei den neubegonnenen Schurfarbeiten am Schildsteine durch aufgefundene Petrefakte in dem dortigen dolomitischen Kalksteine zu einer sicheren Bestimmung dieses bis dahin mir noch unklar gewesenen Punktes gelangte. Schurfarbeiten und Bohrungen, welche seitdem unternommen sind und deren Herrn Karsten's Abhandlung erwähnt, haben bereits an zahlreichen Punkten die Richtigkeit meiner Ansichten bestätigt.

Zweiter Theil.

Physiographie und Naturgeschichte des Borazites,

nach

*dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft und nach
des Verfassers eignen Untersuchungen.*

man hat sich in der That dem Verfasser gegenüber
nicht, sondern lediglich selbst, und nicht
gegenüber der Natur, gestellt.

Als nun die Natur sich ihrer eigenen
Anordnung gemäß, und nach den Verhältnissen
der Natur, wie ich es bin, so
sich der Umgebung der Natur
entfalten konnte, so verlor

Zweiter Theil

als nun die Natur sich ihrer eigenen
Anordnung gemäß, und nach den Verhältnissen
der Natur, wie ich es bin, so
sich der Umgebung der Natur
entfalten konnte, so verlor

Physiologie und Naturgeschichte des Menschen.
Nach dem Verfasser's eigenen Erfahrungen.
Der Verfasser's eigenen Erfahrungen.
Der Verfasser's eigenen Erfahrungen.
Der Verfasser's eigenen Erfahrungen.
Der Verfasser's eigenen Erfahrungen.

Erster Abschnitt.

Chemische Konstitution der Borazitsubstanz.

Nach allen bis jetzt mit dem Borazit angestellten Untersuchungen darf man es als feststehend betrachten, dass derselbe wesentlich aus Borsäure und Magnesia bestehe, und zwar in dem Verhältnisse, dass der Sauerstoffgehalt der Borsäure viermal so gross sei, als der Sauerstoffgehalt der Magnesia.

Borsäure = 69.24 enthält Sauerstoff = 47.60 und Bor = 21.64

Magnesia = 30.76 „ „ = 11.90 und Magnesium = 18.86

Borazit = 100.00 enthält Sauerstoff = 59.50.

Es fragt sich nun, ob aus dieser, durch die Analysen gewonnenen, Erfahrung Folgerungen zu ziehen sind, welche auf unsere Ansicht über die Konstitution der Borsäure von aufklärendem Einflusse sein können. Noch immer setzt das Bor der Ermittlung des Grundverhältnisses, in welchem es mit anderen Stoffen Verbindungen eingeht, die grössten Schwierigkeiten entgegen; es ist in dieser Beziehung zunächst mit dem Silizium (Kieselstoff) zu vergleichen, mit welchem es auch vielfache Analogieen besitzt. Berzelius⁵⁹⁾ hat es bereits mit Bestimmtheit ausgesprochen, dass, welche Vorstellung man sich auch von der Konstitution der Kieselensäure und der Borsäure machen möge, jedenfalls die eine dieser Säuren der andern analog gedacht werden müsse. Gegen die Annahme, dass diese Säuren aus einer Verhältnissmenge von Sauerstoff mit einer Verhältnissmenge Silizium und Bor bestehen könnten (Si, Bo) erklärte der genannte Chemiker sich mit aller Entschiedenheit. Dagegen schien ihm die Annahme, dass zwei Verhältnissmengen Sauerstoffes mit einer Verhältnissmenge von

Silizium und Bor verbunden seien (Si , Bö), viele Wahrscheinlichkeit zu haben. Gleichwohl bestimmten ihn gewisse Überlegungen zu der Ansicht, dass der Sauerstoffgehalt dieser Säuren einer dreifachen Verhältnissmenge entspreche (Si , Bö).

Die Ansichten, welche man, von dieser letzteren Annahme ausgehend, über die Konstitution der Kieselsäure- und Borsäureverbindungen (Silikate und Borate) gewinnen muss, verrathen fast durchweg einen erheblichen Mangel, nämlich den, auffallend komplizirte Verbindungen darzustellen, in welchen die Verhältnisse der Bestandtheile zu einander sehr wenig einfachen Zahlen gehorchen. Um je weniger einfach aber diese Zahlenverhältnisse sind, um so geringer ist die Wahrscheinlichkeit für die Naturgemässheit der Annahmen, durch welche dieselben abgeleitet sind; denn alle Beobachtungen weisen darauf hin, dass die einfachsten Zahlenverhältnisse diejenigen sind, welchen die Naturkräfte vorzugsweise sich fügen.

In Betreff der Verbindungen der Kieselsäure machte sich der Mangel an Einfachheit der Vorstellungen, welche aus der Annahme dieser Säure = Si erwachsen, und der ausserordentliche Vorzug, welchen die aus der Annahme der Kieselsäure = Si abgeleiteten Vorstellungen jenen gegenüber darboten, so entschieden geltend, dass ein grosser Theil der Chemiker und Mineralogen sich der von Berzelius beibehaltenen Annahme völlig entschlagen und sich für die Annahme der Kieselsäure = Si erklärt und entschieden hat. Es findet dadurch gegenwärtig ein vollkommener Zwiespalt in der Wissenschaft statt, welcher mit grossen Unbequemlichkeiten verbunden, übrigens aber, da er stets zu neuem Nachdenken und Forschen anspornt, vielleicht nicht unbedingt für nachtheilig zu halten ist. In Betreff der Borsäure hat sich ein ähnlicher Zwiespalt noch nicht in gleichem Grade geltend gemacht, wie in Betreff der Kieselsäure, weil die Borsäure ausserordentlich viel seltener, als die Kieselsäure, und besonders das Auftreten derselben im Mineralreiche weit minder bedeutend ist. Diejenigen Chemiker, welche die Kieselsäure = Si an-

nehmen, möchten allerdings wohl kaum umhin können, analog auch die Borsäure = B_2O_3 anzunehmen. Jedoch hat nur ein Chemiker, dessen scharfsinnigen chemisch-mineralogischen Forschungen wir bereits so viele gründliche Beiträge verdanken, Hermann in Moskau, diese Konsequenz mit Entschiedenheit geltend gemacht⁶⁰). Das wesentlichste Argument, auf welches Hermann seine Ansicht gestützt hat, besteht in dem Umstande, dass unter Verhältnissen, welche die feinste Äusserung der Verwandtschaften gestatten, durch Kieselsäure, Borsäure und Titansäure so viele Kohlensäure aus ihren Verbindungen ausgetrieben wird, dass der Sauerstoffgehalt der austreibenden Säure gerade eben so viel beträgt, als der Sauerstoffgehalt der ausgetriebenen Kohlensäure. Die Kohlensäure ist aber zusammengesetzt aus einer Verhältnissmenge Kohlenstoffes und zweien Verhältnissmengen Sauerstoffes = C ; von der Titansäure, über welche früher ebenfalls abweichende Ansichten herrschten, ist jetzt ebenfalls eine analoge Konstitution = Ti allgemein angenommen. Aber es ist bei obiger Wahlverwandtschafts-Äusserung auch kein anderes Verhältniss wahrscheinlich, als, dass der Sauerstoffgehalt der ausgetriebenen Säure sich zu dem der austreibenden Säure verhalte, wie die Proportion der Verhältnissmengen des Sauerstoffes in einer Verhältnissmenge der gegen einander in Thätigkeit gesetzten Säuren. Wirklich verhält sich der Sauerstoffgehalt der Kohlensäure, welche durch eine zuverlässig drei Verhältnissmengen Sauerstoffes enthaltende Säure (z. B. Schwefelsäure) ausgetrieben wird, zu dem Sauerstoffgehalte dieser Säure, wie 2:3. Aus diesen Verhältnissen, so wie aus seinen übrigen Beobachtungen über das Verhalten der Kiesel-, Bor- und Kohlensäure zu einander, schloss Hermann, dass die Kieselsäure und Borsäure = Si und B_2O_3 seien, und dass demnach die einfache Verhältnissmenge, das sogenannte Äquivalent oder Atomgewicht

des Silizium = 184.874

des Bor = 90.654

zu berechnen sei.

Mit der Titansäure haben die Kiesel- und Borsäure insbesondere auch noch die Analogie, dass sie sich mit den Alkalien in vielen verschiedenen Verhältnissen verbinden. Zu dieser Gruppe von Säuren gehört auch die Tantal- und die Pelopsäure⁶¹⁾. Da in Folge obiger Fähigkeit zur Eingehung verschiedener Verbindungsverhältnisse, auch die Quantitäten der ausgetriebenen Kohlensäure verschieden sein können, so schliesst H. Rose daraus, dass das einfache Verhältniss des gleichen Sauerstoffgehaltes der austreibenden Borsäure und der ausgetriebenen Kohlensäure, welches Arfvedson beobachtete, nur ein Fall unter vielen, nicht aber ein wesentlich bevorzugter sei. Indessen gehört die Kohlensäure selbst zu denjenigen Säuren, welche sich in verschiedenen Verhältnissen mit den Alkalien verbinden. Diese Verhältnisse richten sich bei allen den genannten Säuren nach der Temperatur und anderen Umständen, und wo also der Sauerstoffgehalt der ausgetriebenen Kohlensäure nicht, wie bei Arfvedson's Versuche, dem der austreibenden Säure gleich ist, da dürfte diese Abweichung eben nur beweisen, dass die Temperatur u. a. Umstände, unter denen die Austreibung geschah, ein anderes Verhältniss bedinge, als dasjenige, welches in der angewandten Kohlensäureverbindung herrschte.

Mineralogische Beobachtungen haben mich zu der Überzeugung geführt *), dass Hermann's Ansicht über die vollständige Analogie, welche zwischen der Kohlensäure, Kieselsäure, Borsäure u. s. w. herrsche, die richtige sei. Es ist eine allgemein sich bestätigende Erfahrung, dass unter den einfachsten Umständen und unter den feinsten Äusserungen der Verwandtschaft der Stoffe zu einander die einfachsten Verbindungen entstehen. Es ist hier nicht allein zu erinnern an die Beobachtung, welche Hermann anführt, dass aus einer Vermischung von Kieselsäurehydrat und Natronhydrat stets Natronsilikate entstehen, in welchen sich

*) Vergleiche u. a. meine „Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmer-Familie und ihrer Verwandten.“ Zürich 1854 (1855), pag. 612 f.

der Sauerstoffgehalt der Kieselsäure zu dem des Natrons verhält wie 2:1, und welche also bei der Annahme der Kieselsäure = Si die auffallende Formel $\text{Na}^3 \text{Si}^2$ erhielten, bei der Annahme der Kieselsäure = Si dagegen die einfachste Formel, welche sich denken lässt = Na Si . Die Mineralogie giebt uns weitere sehr entschiedene Fingerzeige, und ich kann nicht genug auf die Bedeutung mineralogischer Studien für die Chemie aufmerksam machen. In der Mineralogie haben wir es mit denjenigen Verbindungen zu thun, welche die Natur durchaus freiwillig unter den von ihr selbst gegebenen Umständen erzeugt. Hier ist das Feld, wo die Verwandtschaften der Stoffe sich in ihren leisesten Regungen, in ihren ungetrübtesten Äusserungen belauschen lassen. Eine jede chemische Ansicht, welche ein komplizirtes Verhältniss in einer Mineralverbindung anzunehmen zwingt, muss von diesem Gesichtspunkte aus verdächtig erscheinen. In der That ist auch kein Chemiker gewesen, welchem das Ergebniss der Analysen des Borazites nicht Skrupel gemacht hätte, da die gefundene Zusammensetzung, in welcher der Sauerstoffgehalt der Borsäure sich zu dem der Magnesia verhält wie 4:1, bei der Annahme der Borsäure = Bö zu der höchst unwahrscheinlichen Formel für den Borazit = $\text{Mg}^3 \text{Bö}^4$ führte. Ich habe oben (Seite 51) angeführt, zu welchen Vermuthungen Berzelius seine Zuflucht zu nehmen geneigt war, um dieser unnatürlichen und ihm „verdächtigen“ Formel aus dem Wege zu gehen. Er wollte lieber den Borazit als eine Doppelverbindung = $\text{Mg Bö}^2 + 2(\text{Mg Bö})$ ansehen, nur weil die Verhältnisse der Bestandtheile in den Gliedern dieser letzteren einfacher, natürlicher, wahrscheinlicher waren. Aus demselben Grunde wollte Rammelsberg ⁶²⁾ die Formel = $\text{Mg Bö} + \text{Mg}^2 \text{Bö}^3$ setzen, deren Glieder für sich in gewissen Verbindungen angenommen worden sind, welche Wöhler und Rammelsberg selbst im Laboratorium dargestellt haben.

Alle diese Schwierigkeiten sind gehoben, sobald man von der Annahme ausgeht, dass die Borsäure = Bö sei. Wir gewinnen dann für den Borazit eine der einfachsten

Formeln, welche denkbar sind $= \text{Mg } \text{Bö}^2$ und ich kann nicht umhin, diese für die richtige und somit den Borazit für „zweifach borsaure Magnesia“ oder „saures Magnesiaborat“ zu halten *).

Der Borazit ist im Wasser dem Anscheine nach vollkommen unauflöslich. Doch ist kein Zweifel, dass er bei anhaltender Einwirkung des Wassers, wie andre Borate, eine Zersetzung erleidet, welche in einer gewissen achselträgerischen Hinneigung des Wassers zur Borsäure einerseits und zur Magnesia andererseits begründet ist. Diese Verwandtschaft kann sich um so mehr geltend machen, als die Verwandtschaft der Magnesia zur Borsäure selbst nur eine sehr schwache ist. Heinrich Rose ⁶³⁾ hat in seinen äusserst lehrreichen Untersuchungen über den Einfluss des Wassers bei chemischen Zersetzungen ganz besonders auch das Verhalten des Wassers gegenüber der Borsäure und den Verbindungen derselben durch viele Versuche studirt, und die Resultate seiner scharfsinnigen Forschungen lassen über die Einwirkung des Wassers auf die Borate keinen Zweifel. Diese Einwirkung geht so weit, dass heisses Wasser die in dem, von Wöhler zuerst dargestellten, Doppelsalze von borsaurem Natron und borsaurer Magnesia mit der Magnesia verbundene Borsäure fast vollständig austreibt und Magnesiahydrat bildet. Bei niederer Temperatur jedoch ist die Einwirkung weit geringer, denn bei solcher bildet sich obiges Doppelsalz. Wir werden übrigens weiter unten zu der Überzeugung kommen, dass der Borazit eine Zersetzung unter dem Einflusse des Wassers erleidet. — Bei den gewöhnlichen Lösungsversuchen erscheint der Borazit als durchaus unlöslich in Wasser.

Ganze Krystalle — und ich rede hier nur von solchen, welche vollkommen glasartig aussehen — liegen stunden-

*) Anmerkung während des Druckes. Mit Vergnügen bemerke ich in der neuen dritten Auflage des Werkes „die reine Chemie“ von Herrn Professor Delffs (jetzt in Kiel), pag. 114, dass auch dieser Chemiker die Borsäure $= \text{Bö}$ und demgemäss auch die obige Formel für die Konstitution des Borazites annimmt.

lang auch in der stärksten Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure ohne einen bemerkbaren Angriff zu erleiden. Schon dem Apotheker Heyer war es aufgefallen, dass ein Stück eines Krystalls über acht Tage mit starker Schwefelsäure digerirt nur an den Kanten etwas weisslich zu werden anfang, übrigens aber unverändert geblieben zu sein schien. Ich finde jedoch bei vollkommen klaren Krystallen schon nach 16 Stunden eine merkliche Einwirkung starker Salzsäure und zwar in einer Weise, welche über die verschiedene Beschaffenheit der verschiedenen Flächenarten dieser Krystalle die interessantesten Aufschlüsse giebt. Vollkommen unversehrt, glasglänzend, spiegelnd sind die Flächen des Kugeltimplings (Hemihexakisoktaeders, i) und die Flächen des Würflings (Hexaeders, w) geblieben. Die Flächen des vorherrschenden (antilogen) Timplings (Tetraeders, —) sind völlig matt geworden, die Flächen des Knöchlings (Rhombendodekaeders, k) wie mit Mehl bestreut, ebenso die Flächen des unterdrückten (analogen) Timplings, (+); dagegen die Flächen des Höckertimplings (Pyramidentetraeders, b) erscheinen fast unangegriffen, so dass sie in der Umgebung der matten Timplingsflächen und als Abstumpfungen der diese begrenzenden Knöchlingsflächen in diesem Zustande leichter wahrnehmbar sind, als im frischen Zustande. — Merkwürdiger Weise zeigte derselbe Krystall nach vierzehntägigem Verweilen in der stärksten Salzsäure dann durchaus keine weitere Veränderung, war noch klar und hatte nicht einmal seine schwärzlichen Wölkchen im Innern verloren. Zerpulvert man ein Mineral, so vermehrt man dadurch in ausserordentlichem Grade die Menge seiner angreifbaren Oberflächen und somit den Grad der Einwirkung der Lösungsmittel. Man hat darin also ein Mittel, rascher zur Entscheidung über die Löslichkeit oder Unlöslichkeit des Minerals in irgend einem Reagens zu gelangen. Je feiner man Borazitkrystalle zerpulvert, um so eher zeigt sich eine Auflösung in den Säuren. Immerhin jedoch widersteht auch das feinste Borazitpulver dem Angriffe der Salz- und Salpetersäure noch ziemlich hartnäckig. Schwefelsäure wirkt etwas

rascher ein. Die Lösung geschieht endlich vollkommen und ohne Rückstand, allein wenn man nicht durch Erwärmung zur Hülfe kommt, welche durch die, mit der Temperaturerhöhung stets verbundene, Verminderung der Dichtigkeit den Angriff des Lösungsmittels unterstützt, so dauert der Widerstand des Borazitpulvers wochenlang. Man kann sich hiernach einen Begriff von der unendlichen Feinheit der krystallinischen Theilchen machen, aus welchen der Stassfurter „derbe Borazit“ bestehen muss. Denn die oben (Seite 70) bereits hervorgehobene Leichtlöslichkeit jenes Minerals sogar in verdünnten Säuren, scheint doch nicht sowohl einer chemischen Verschiedenheit von den Borazitkrystallen, als vielmehr nur der äusserst feinkörnigen Aggregation seiner krystallinischen Theilchen zugeschrieben werden zu müssen. Es erinnert dieses verschiedene Verhalten an so manche Erfahrung in den chemischen Laboratorien; manche Niederschläge, welche so, wie sie entstanden sind, wieder aufgelöst werden können, werden fast absolut unlöslich, wenn sie nur auf dem Filtrum getrocknet worden sind, wobei vermuthlich schon eine Vereinigung der Theilchen zu, immerhin noch unwahrnehmbar kleinen, Krystallen stattfindet, gar nicht zu gedenken des unlöslich machenden Einflusses der Erhitzung solcher Niederschläge.

In den Auflösungen des Borazites erkennt man die Anwesenheit der Magnesia durch den Niederschlag, welcher nach Hinzufügung einer reichlichen Menge von Ammoniak, in denselben durch phosphorsaures Natron hervorgebracht wird. Dieser Niederschlag ist ein sich augenblicklich bildendes und in der ammoniakalischen Flüssigkeit durchaus unlösliches Doppelsalz, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia. Dasselbe enthält den ganzen Magnesiagehalt des Borazites, und nachdem durch Glühung das Ammoniak aus diesem vertrieben ist, berechnet man die Menge derselben leicht aus dem zurückgebliebenen Magnesiaphosphate.

Versetzt man die Auflösung des Borazites in Schwefelsäure mit Alkohol und zündet diese Flüssigkeit an, so

verrätth sich die Borsäure durch die Eigenschaft, sich mit Alkohol- und Wasserdämpfen zu verflüchtigen und die Flamme des Alkohol grün zu färben.

Aber auch unmittelbar kann man diese Eigenschaft der Borsäure prüfen, indem man ein Splitterchen von Borazit vor der Löthrohrflamme schmilzt. Es bedarf allerdings zur Schmelzung des Borazites einer sehr starken Hitze, endlich aber gelingt dieselbe und unter schäumen-der Entweichung eines Theils der Borsäure entsteht ein Schmelztropfen, in dessen Umgebung die Flamme prächtig grün erscheint. Lässt man diesen Schmelztropfen erkalten, so bildet er eine weisse Perle, deren Oberfläche sich mit äusserst feinen nadelförmigen Krystallchen überkleidet. Diese Krystallchen sind vermuthlich eine an Borsäure ärmere Verbindung von Borsäure und Magnesia, vielleicht $Mg\ B_2O_3$. — In einem Schmelztropfen von Borax oder von phosphorsaurem Natron („Phosphorsalz“) löst sich ein Borazitsplitter ziemlich leicht zu klarem Glase auf. Auch bei dieser Schmelzung zeigt sich die grüne Färbung der Flamme, das Erkennungsmerkmal der Borsäure ^{63a}).

Welche Bewandniss es mit dem Kalkerdegehalte habe, welchen Westrumb's Analyse im Borazite nachwies (vergl. Seite 16), darüber lässt sich nicht entscheiden. Es möge nur bemerkt werden, dass das Auftreten einer gewissen Menge von Kalkerde als Vertreter von Magnesia durchaus nicht überraschend sein würde, und dass man so zu sagen bei jeder Analyse von Borazit auf einen Kalkerdegehalt gefasst sein und ausdrücklich auf denselben achten sollte.

Ein geringer Eisengehalt scheint dem Borazite nie zu fehlen. Da die Erfahrung gelehrt hat, dass das Eisenoxydul (Fe), wie die Kalkerde (Ca), mit der Magnesia (Mg) die gleiche Grundform besitzt und dieselbe theilweise oder gänzlich in Verbindungen vertreten kann, ohne dass eine wesentliche Veränderung der Krystallisation davon die Folge ist, so kann die Anwesenheit dieses in der Natur so sehr verbreiteten Stoffes nicht auffallen. Dasselbe gilt von dem im Stassfurter Borazite nachgewiesenen Man-

ganoxydule (Mn), welches man fast überall als treuen Begleiter des Eisenoxyduls in der Natur anzutreffen gewohnt ist. Bemerkenswerth bleibt es freilich immerhin, weshalb in allem Borazite, zu Lüneburg im Kalkberg und im Schildsteine, zu Segeberg, zu Stassfurth stets ein Eisenoxydulgehalt und stets nur ein solcher von etwa 1 Prozent sich findet. Es kann hier nicht die Erklärung gelten, dass die vorhandene Säure in Ermangelung der zu ihrer Sättigung erforderlichen Magnesia, theilweise Eisenoxydul an sich genommen habe; denn es ist undenkbar, dass überall gerade dasselbe geringe Verhältniss auf solche Weise entstanden wäre. Bei dem jetzigen Stande jedoch, zu welchem unsere Kenntniss von den gegenseitigen Vertretungen der Stoffe in Verbindungen von gleicher Krystallform, die Lehre von den „vikariirenden Bestandtheilen“, vom „Isomorphismus und Homöomorphismus“ gelangt ist, muss man sich mit der Bezeichnung der That- sache begnügen. Dasselbe muss gelten in Betreff des Gehaltes an Thonerde. Schon Westrumb fand von dieser Erde 1 Prozent (vergl. Seite 16). Er glaubte, dieselbe könne aus der Reibschale herrühren, in welcher er die untersuchten Krystalle zerrieben habe. Allein bei den meisten Krystallen vom Kalkberge zu Lüneburg verräth die Thonerde sich schon durch den Geruch, wenn man die Krystalle anhaucht, sehr deutlich, jedoch nur dann, wenn diese Krystalle bereits sehr deutliche Spuren der später zu besprechenden Veränderung zeigen (trübe und faserig) sind. Bei solchen Krystallen ist das Eisenoxydul stets bereits in „Oxydhydrat“, d. h. in Xanthosiderit verwandelt und verräth sich dann durch die Färbung, als ein ausgeschiedener gelblicher Ocherschmutz. Daher rührt es, dass bei den Analysen der Eisengehalt des Borazites zum Theil nicht als Oxydul, sondern als Oxyd gefunden wurde. Eisenoxyd würde in diesem Minerale sehr auffallend sein, wenn man dasselbe nicht als ein blosses Umwandlungs- produkt von Eisenoxydul ansehen dürfte; denn das Eisen- oxyd hat eine ganz andere Krystallisation, als die Mag- nesia und könnte unmöglich, wie das Eisenoxydul, als

Vertreter von solcher angenommen werden. Wie aber kann es sich mit der Thonerde verhalten, welche doch in ihrer Krystallisation mit dem Eisenoxyde und nicht mit dem Eisenoxydul und der Magnesia übereinstimmt? — Schönbein hat gezeigt, dass man die Sesquioxyde, wie das Eisenoxyd, die Thonerde und andere, welche zwei Äquivalente von Metall und drei Äquivalente von Sauerstoff enthalten, wahrscheinlich richtiger als salzartige Verbindungen von Oxydul und Bioxyd auffasse. Aus dem Eisenoxyde FeFe wird dann Fe Fe , aus der Thonerde, dem Sesquioxyde des Aluminmetalls, AlAl wird Al Al . Möglicher Weise können also im Borazite Fe und Al , Eisenoxydul und Aluminoxydul, als Vertreter von Magnesia, und Fe und Al , Eisenbioxyd (Eisensäure) und Aluminbioxyd (Aluminsäure), als Vertreter von Borsäure vorhanden sein. Nach vielen vergleichenden Beobachtungen an Mineralien bin ich zu der Überzeugung gelangt, dass Schönbein's Ansicht über die Sesquioxyde die richtige sein muss (vergl. meine Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien etc. Zürich 1854, pag. 312—337), aber ferner auch zu der Überzeugung, dass die Verbindungen der Thonerde, des Aluminesesquioxydes, eine ganz analoge Entwicklungsgeschichte besitzen, als die Verbindungen des Eisenoxyds, und dass viele Mineralien ursprünglich nicht Aluminesesquioxyd, sondern, wie Eisenoxydul (Fe), auch Aluminoxydul (Al) enthalten, welches entweder erst bei der Analyse selbst, wie das Eisenoxydul so häufig und fast unvermeidlich, sich höher oxydirt und in Aluminesesquioxyd verwandelt, oder schon in den Mineralien eine solche Umwandlung erlitten hat. Somit kann im Borazite sehr wohl Aluminoxydul neben Eisenoxydul als Vertreter von Magnesia enthalten sein *).

*) In anderen Fällen enthalten die Mineralien vermuthlich Aluminbioxyd (Al) als Vertreter von Kieselsäure (Si), und so könnte auch im Borazit dieses Bioxyd vorhanden sein; doch ist mir diese Vermuthung hier durchaus unwahrscheinlich, indem die Thonerde in zu auffallender Weise sich durch den Geruch erst in solchen Krystallen verräth, in welchen wenigstens für das, in seinem Verhalten der Thonerde stets so

Westrumb fand im Borazite des Lüneburger Kalkberges auch Kieselerde (2 Prozent), welche er ebenfalls von seiner Reibschale herleitete. Aber Du Menil fand eine Spur von Kieselerde (0.50 Prozent) auch in den Krystallen vom Schildsteine. Bei der grossen Analogie, welche zwischen der Kieselerde oder Kieselsäure (Si) und der Borsäure stattfindet, ist es sehr wahrscheinlich, dass erstere in der Mischung des Borazites als Vertreter für Borsäure vorhanden sein könne.

Alle diese möglichen Vertretungen berücksichtigend, muss man dem Borazite die Konstitutionsformel $\text{R} \text{ R}^2$ geben, in welcher $\text{R} = \text{Mg, Ca, Fe, Mn, Al}$ und $\text{R} = \text{Bo, Si}$. Doch bleiben diese, für jetzt als untergeordnet erscheinenden, Verhältnisse einstweilen dahingestellt. Für die Zukunft werden dieselben vielleicht sehr wichtig werden. Weitere Fortschritte der Wissenschaft werden auch in unsere Ansichten über die Natur des Borazites neue Klarheit bringen, unseren Blicken grössere Schärfe verleihen.

Diese Hoffnung muss ich auch in Beziehung auf die organischen Substanzen aussprechen, welche im Borazite stets enthalten sind. Selbst klare Borazitkrystalle werden, wenn man sie in einer Glasröhre glüht, schwärzlich grau und geben den charakteristischen ammoniakalischen Gestank verbrannter Haare, welcher solche Substanzen so sicher verräth. Bei stärkerem Glühen verflüchtigen diese Substanzen sich völlig und der Borazit wird wieder weiss, oder häufiger rothbräunlich durch die Oxydation des Eisengehaltes. Die „organischen Substanzen,“ welche auch den Quarzkrystallen im Kalkberge eigen sind (vergleiche Seite 6), welche den Gyps und Anhydrit grossentheils ganz schwarz färben, sind wirklich Fäulnissprodukte (Moder) von thierischen oder pflanzlichen Stoffen, welche in Thon-, Kalkstein- und Gypslagern niemals fehlen und von der Entstehung dieser Lager aus Schlammabsätzen herrühren. Es ist sehr bemerkenswerth, dass solche orga-

nahe verwandte, Eisenoxyd eine Entstehung durch Höheroxydation von Oxydul nachweisbar ist.

nische Substanzen selbst in den reinsten und frischesten Borazitkrystallen enthalten sind; die schönen glasartigen Krystalle im Anhydrite des Schildsteines sind oft ganz schwarz oder wenigstens schwärzlich durchwölkt von denselben. Sind dieselben als blosse Verunreinigungen der Krystalle zu betrachten, welche bei der Krystallisation nicht ausgestossen wurden? — oder sind sie Zersetzungsprodukte von organischen Basen oder Säuren, welche als Vertreter von Magnesia oder von Borsäure mit zur Konstitution des Borazites gehörten?

Zweiter Abschnitt.

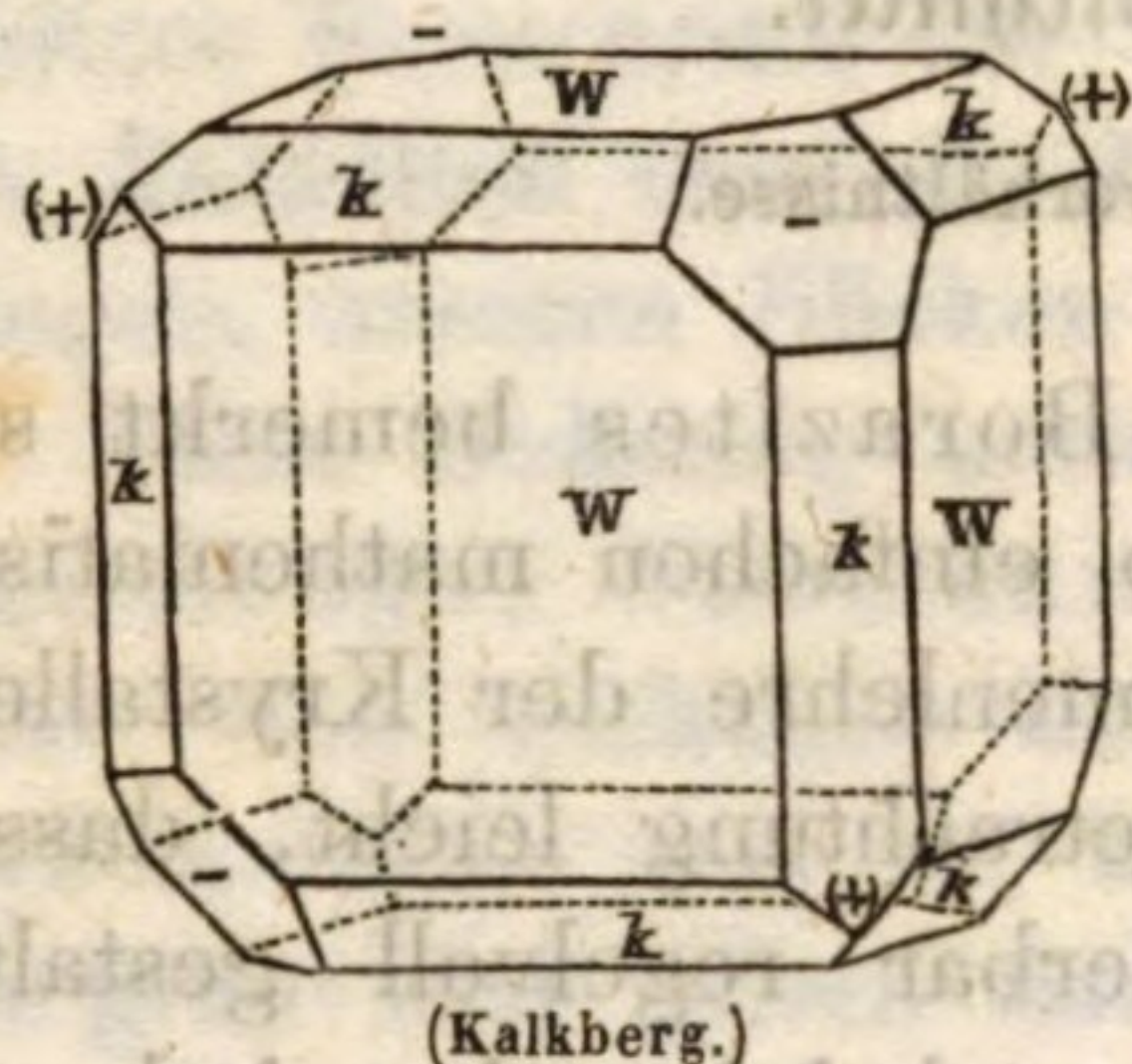
Krystallisationsverhältnisse.

An den Krystallen des Borazites bemerkt selbst Derjenige, welcher der, auf so einfachen mathematischen Verhältnissen beruhenden, Formenlehre der Krystalle unkundig ist, bei sorgfältiger Betrachtung leicht, dass die Flächen, welche diese wunderbar regeltvoll gestalteten Körper umgränzen, nicht alle gleichartig sind. Dieselben haben eine sehr verschiedene Lage gegen den Mittelpunkt des Krystalls und ebenso verschiedene Umrisse und verschiedene Beschaffenheit. Man findet aber auch sehr bald, dass von den vielen Flächen je eine Anzahl die nämliche Beschaffenheit (besonders den nämlichen Grad von Glanz), ähnliche Umrisse und eine entsprechende Lage gegen den Mittelpunkt besitzt, so dass man durch Umstellung des Krystalls die eine dieser unter sich gleichartigen Flächen an die Stelle der anderen bringen kann, ohne dass der Anblick, welchen der so umgestellte Krystall darbietet, ein wesentlich von dem vorherigen verschiedener wäre. So wird Jedermann die sechs gleichartigen Flächen, welche bei den würfelfartigen Krystallen als die grössten erscheinen (w), leicht als

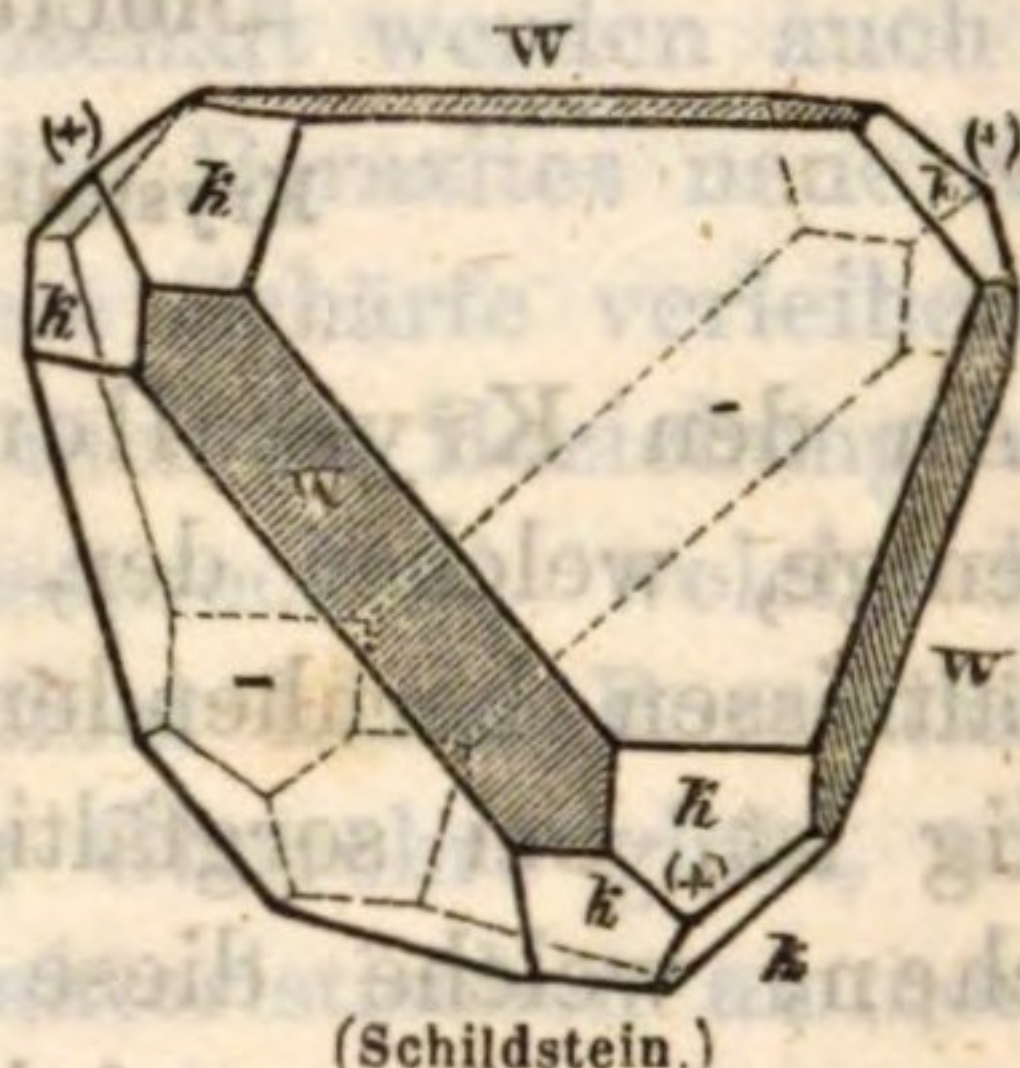
gleichartige erkennen; mag man den Krystall auf die eine oder auf die andere Würfelfläche stellen, stets ist der Anblick des Krystalls im Wesentlichen der nämliche.

Fasst man je die unter sich gleichartigen Flächen an einem Krystalle zusammen, so wird die grosse Zahl von Flächen — bei manchen Borazitkrystallen steigt diese Zahl bis auf 62! — in eine geringere Zahl von Gruppen vertheilt. Bei dem einen Krystallindividuum finden wir diese, bei dem andern jene Gruppe grösser ausgebildet und demnach erscheint dann der ganze Charakter der Form als ein anderer, so dass oft zwei Krystalle, welche in der That genau dieselbe Flächenzahl und einander vollkommen entsprechende Flächengruppen besitzen, ganz verschiedenartig aussehen (z. B. Fig. 23 und 24, Fig. 25 und 26). Man

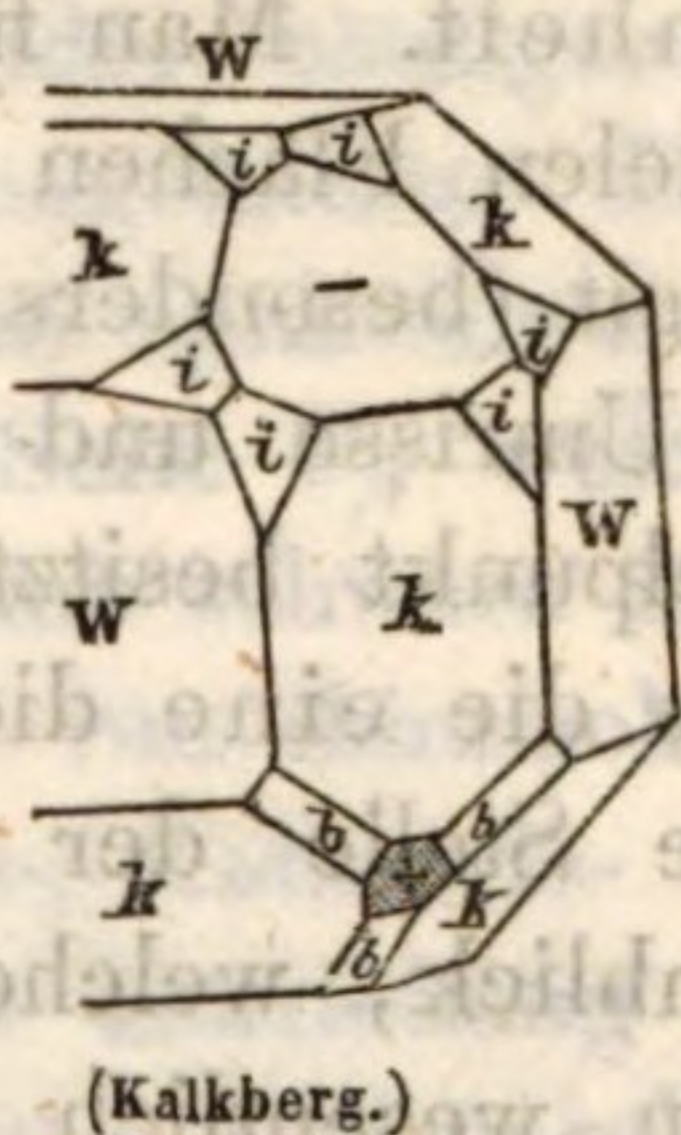
23.



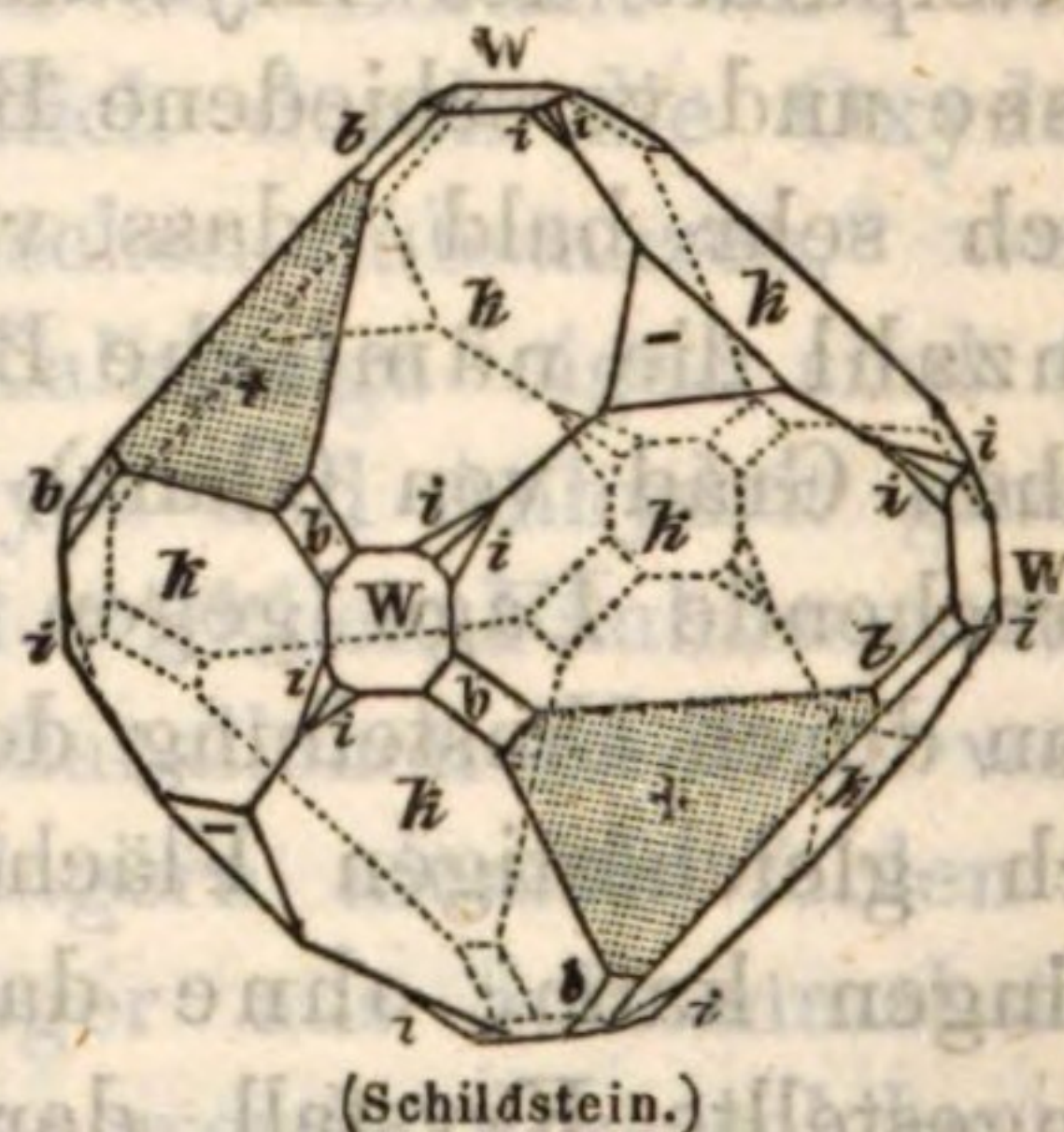
24.



25.



26.

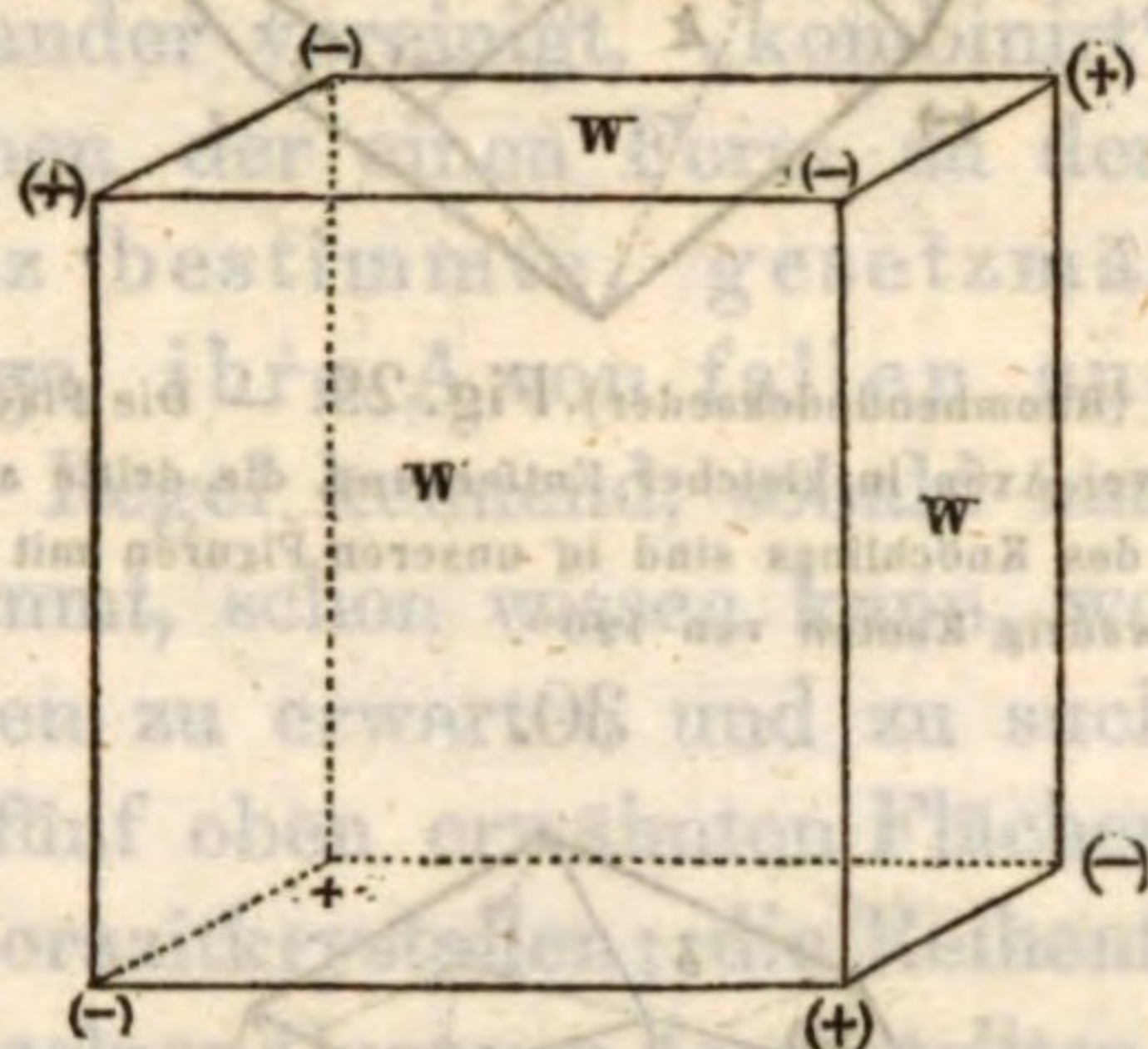


kann sich eine jede der Gruppen gleichartiger Flächen so vorherrschend, ja alleinherrschend ausgebildet denken, dass diese Flächen den Krystall ganz allein

begrenzten, wie es z. B. bei den kleinen Segeberger Borazitkrystallen manchmal für das blosse Auge scheint, als ob nur die sechs Würffflächen vorhanden wären.

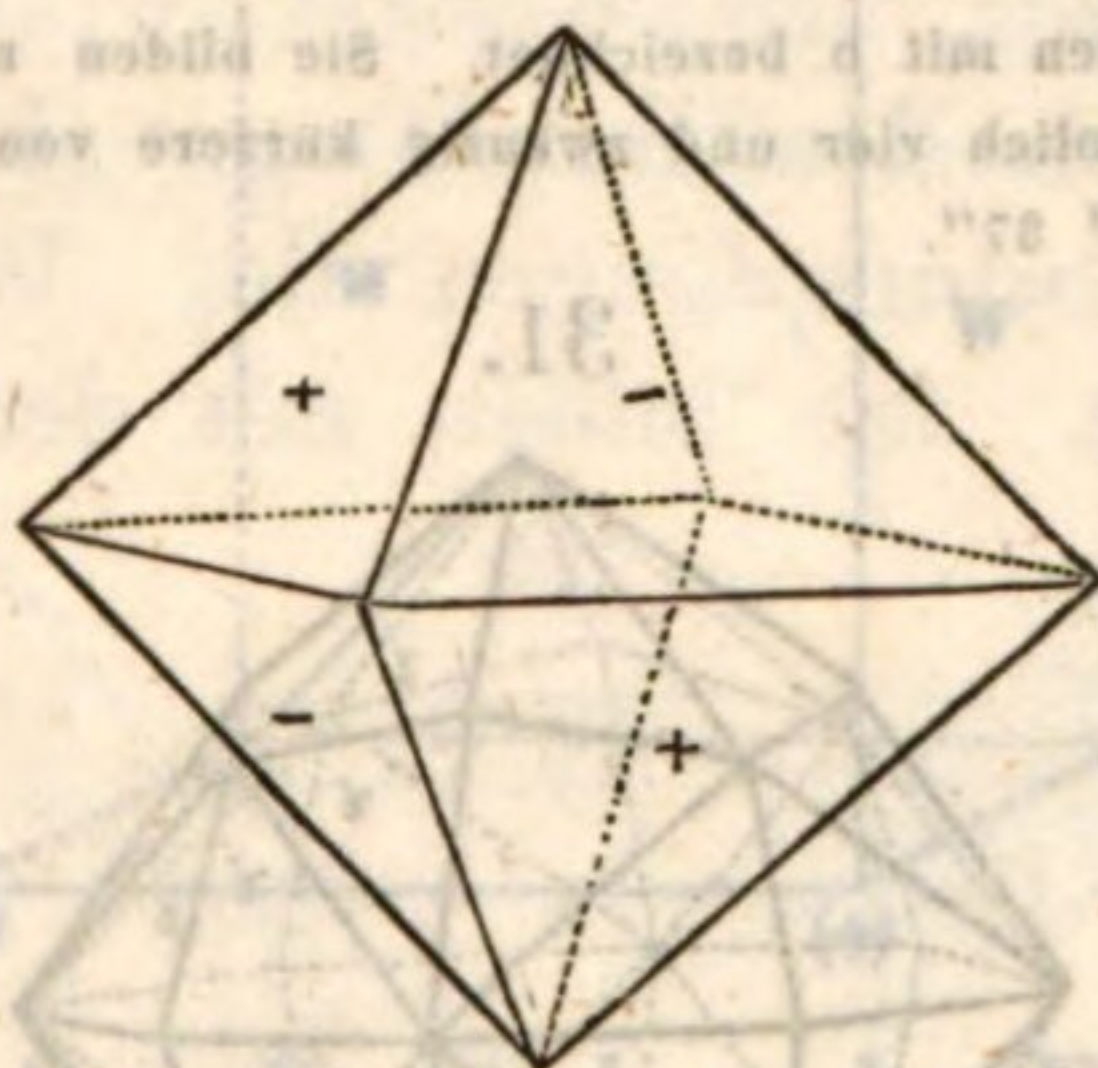
Die Gruppen aller bis jetzt jemals beim Borazit beobachteten Flächen, jede für sich allein herrschend gedacht, würden folgende einfache Formen darstellen:

27.



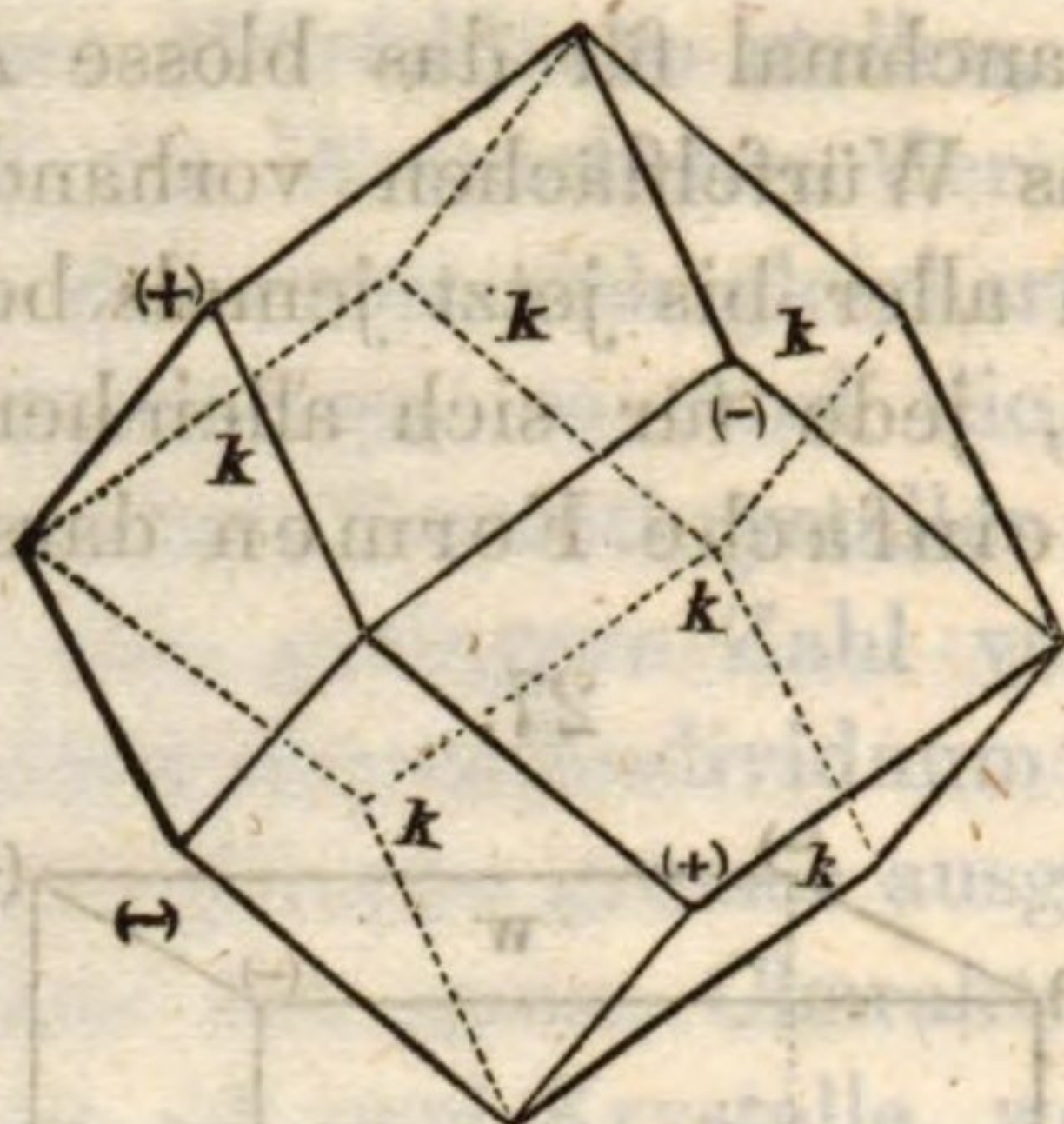
1. Würfling (Kubus, Würfel, Hexaeder) Fig. 27. — Verbindet man die Mittelpunkte der einander gegenüberliegenden Würflingsflächen durch Axenlinien, so erhält man drei solche, von gleicher Länge, welche sich im Mittelpunkte des Körpers rechtwinklich halbieren. Die Würflingsflächen, deren im Ganzen sechs vorhanden sind, liegen also so, dass jede von ihnen eine dieser Axen schneidet (a) und die beiden andern auch in der grössten Entfernung vom Mittelpunkte nicht trifft (∞a), weshalb man ihre Lage gegen drei rechtwinklich sich halbirende Axen mathematisch kurz auszudrücken pflegt durch das Zeichen $= a : \infty a : \infty a$. — Die Würflingsflächen sind in allen unseren Figuren mit w bezeichnet. Sie bilden mit einander zwölf Kanten von 90° .

28.



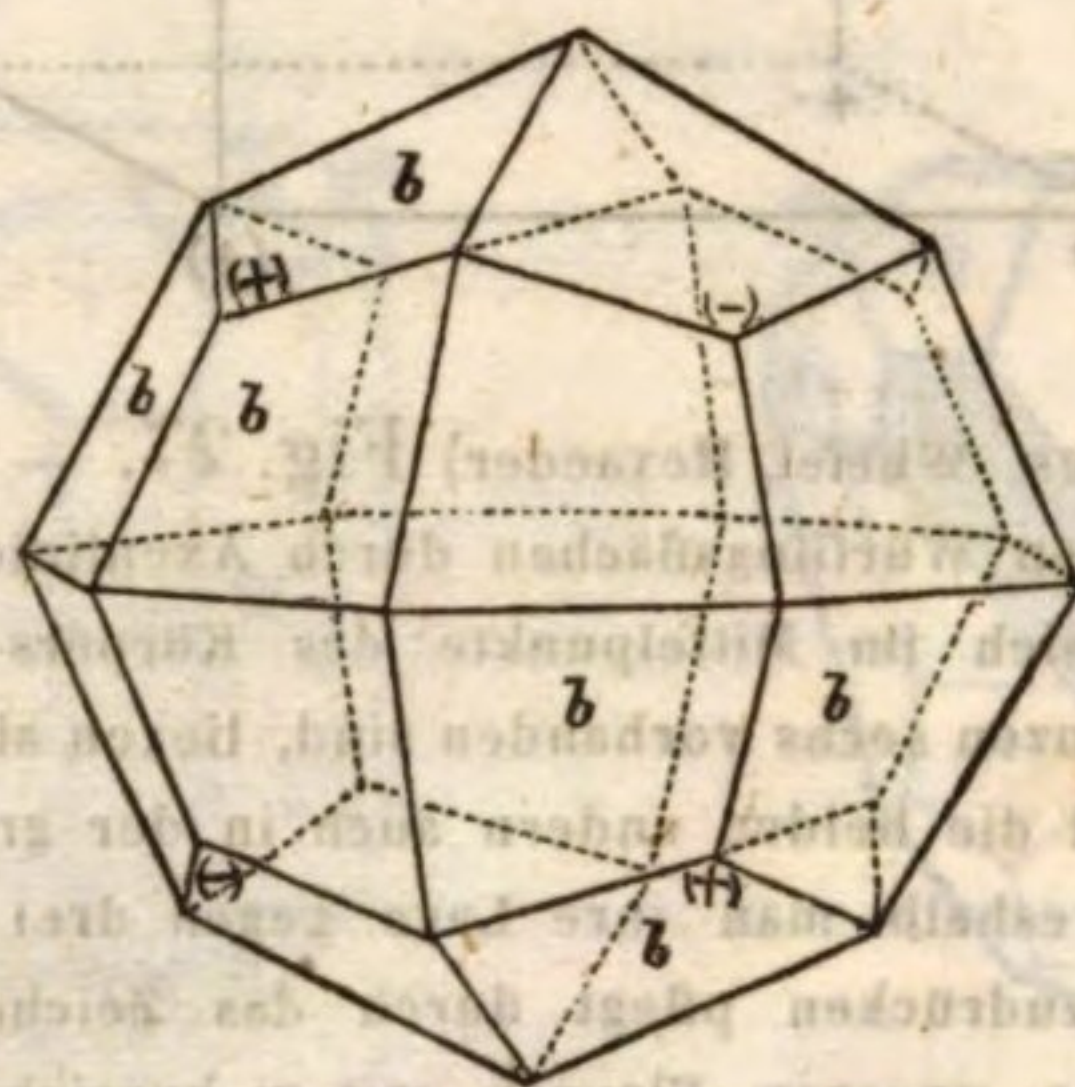
2. Eckling (Isometrisches Oktaeder) Fig. 28. — Die Flächen des Ecklings, acht an der Zahl, liegen gegen drei sich rechtwinklig halbirende Axen so, dass sie alle drei in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte schneiden, also $= a : a : a$. — Die Ecklingsflächen sind mit $+$ und $-$ bezeichnet, je nachdem sie einem analogen und einem antilogen Pole angehören. Sie bilden mit einander Kanten von $109^\circ 28' 16''$.

29.



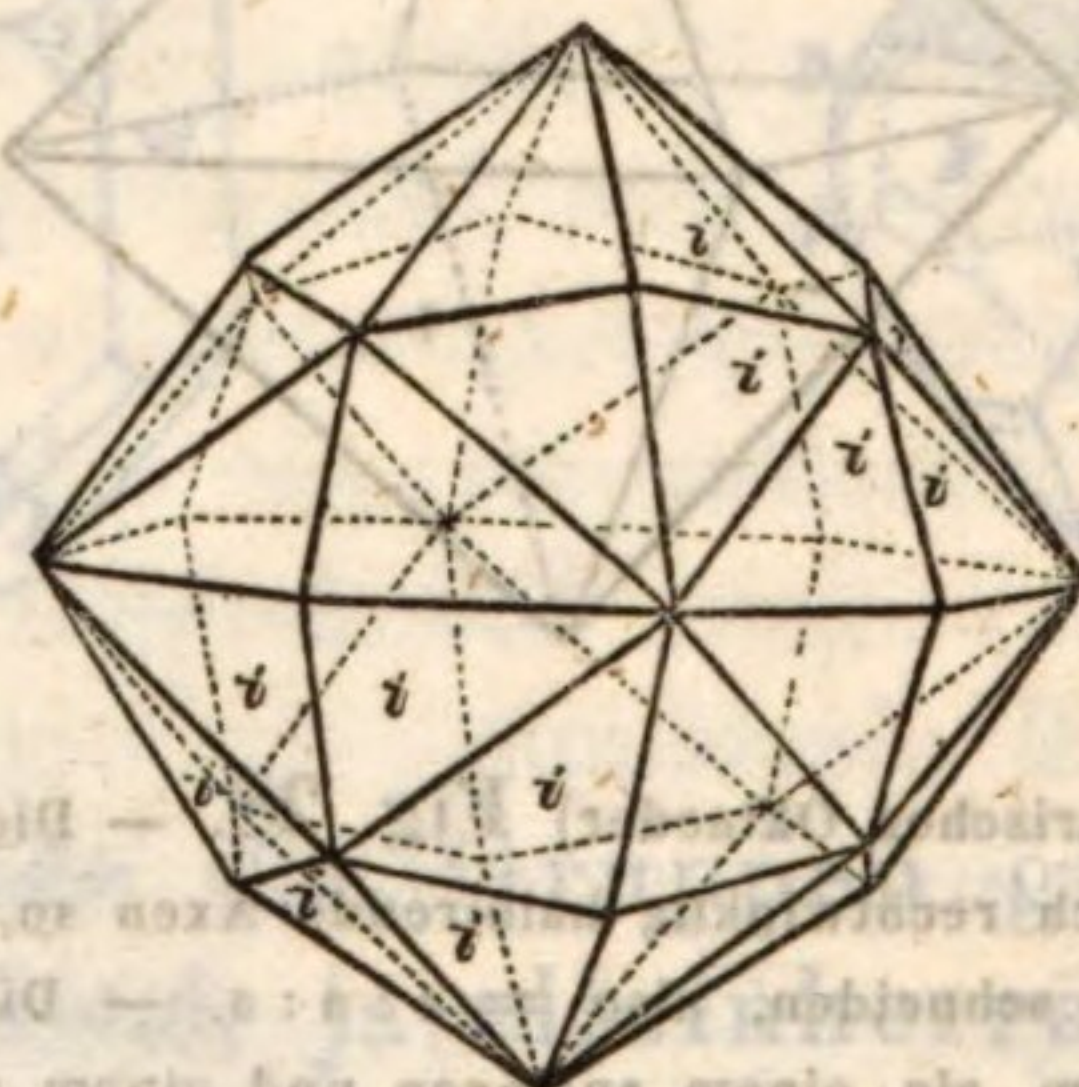
3. Knöchling (Rhombendodekaeder) Fig. 29. — Die Flächen des Knöchlings, zwölf an der Zahl, schneiden zwei Axen in gleicher Entfernung, die dritte aber gar nicht, also $= a : a : \infty a$. — Die Flächen des Knöchlings sind in unseren Figuren mit k bezeichnet. Sie bilden mit einander vier und zwanzig Kanten von 120° .

30.



4. Buckling (Trapezikositetraeder, Trapezoeder, Leuzitoeder) Fig. 30. — Die Flächen des Bucklings, ebenfalls zwölf, schneiden zwei Axen in gleicher Entfernung und zwar so, dass sie, wenn man die dritte Axe als Einheit setzt, die beiden andern nur verlängert und fortgesetzt gedacht in der doppelten Entfernung schneiden würden, also $= a : 2a : 2a$. — Die Flächen des Bucklings sind in den Figuren mit b bezeichnet. Sie bilden mit einander acht und vierzig Kanten von zweierlei Art, nämlich vier und zwanzig kürzere von $146^\circ 26' 34''$ und vier und zwanzig längere von $131^\circ 48' 37''$.

31.



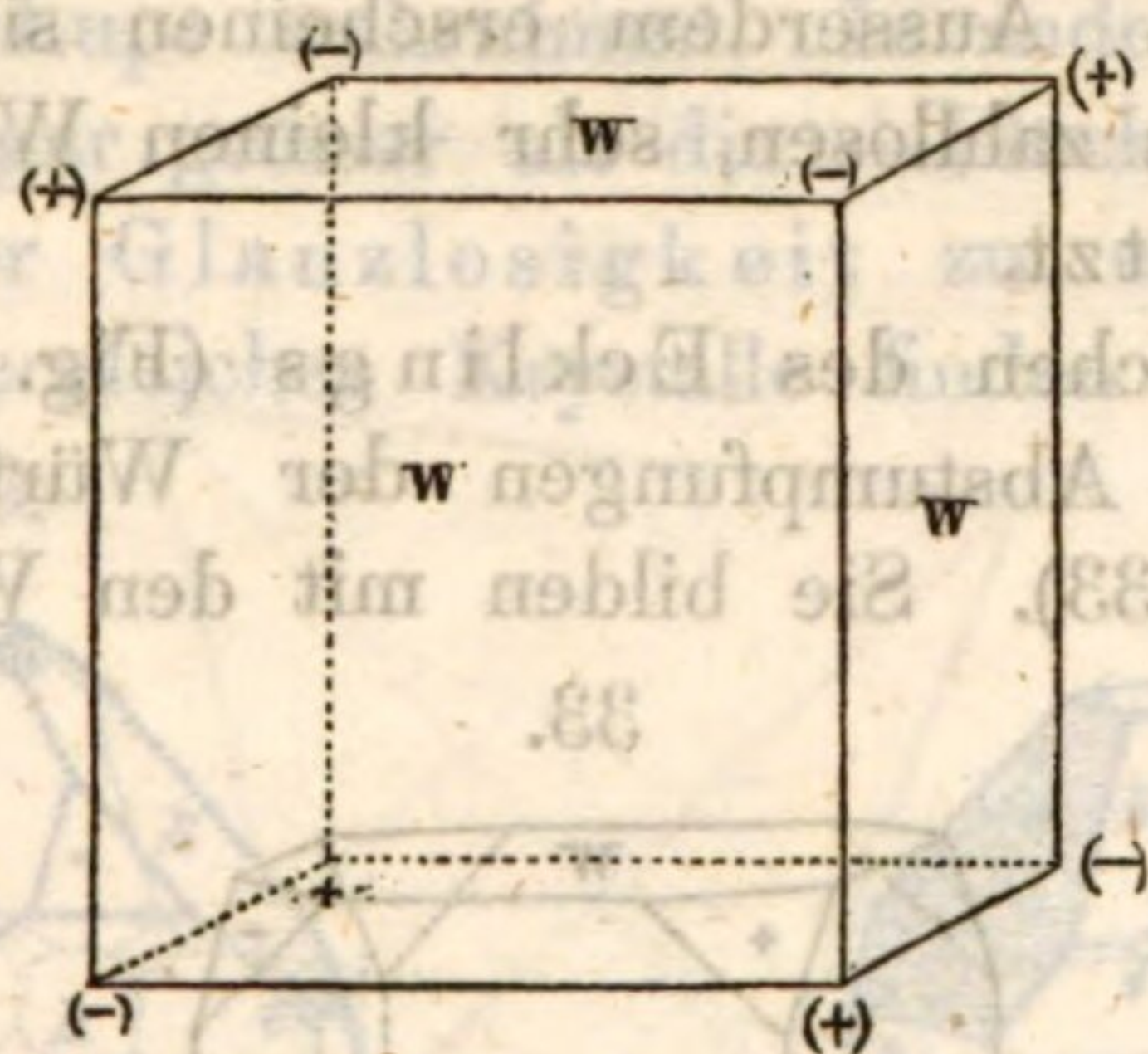
5. Kugling (Tessarakontaoktaeder, Hexakisoktaeder) Fig. 31. — Die Flächen des Kuglings, acht und vierzig an der Zahl, schneiden eine jede Axe in einer anderen Entfernung

vom Mittelpunkte und zwar die zweite in fünf drittel-, die dritte in fünffach so grosser Entfernung als die erste, also $\equiv a : 5 \mid_3 a : 5a$. — Die Flächen des Kuglings sind in den Figuren mit i bezeichnet. Sie bilden mit einander zwei und siebenzig Kanten, nämlich acht und vierzig von $152^{\circ} 20' 22''$ und vier und zwanzig von $160^{\circ} 32' 13''$.

Interessant ist nicht allein die Regelmässigkeit dieser Formen, sondern besonders auch die vollkommene Regelmässigkeit ihrer Beziehungen zu einander. Wenn nämlich, wie es bei den Borazitkrystallen stets der Fall ist, die Flächengruppen mehrerer dieser Formen an einem Körper mit einander vereinigt, „kombinirt“, auftreten, so haben die Flächen der einen Form zu denen der andern Form eine ganz bestimmte, gesetzmässige, unveränderliche Lage, ihre Axen fallen zusammen — so dass man, diese Regel kennend, sobald man einen Krystall in die Hand nimmt, schon wissen kann, wo man diese, wo man jene Flächen zu erwarten und zu suchen hat.

Nicht alle fünf oben erwähnten Flächengruppen zeigen sich an allen Borazitkrystallen; die Reihenfolge, in welcher die durch die einzelnen Gruppen dargestellten Formen so eben angeführt worden sind, entspricht dem Range dieser Gruppen in Hinsicht auf ihre Häufigkeit und zugleich in Hinsicht auf ihr stärkeres Vorwalten oder ihre geringere Ausbildung an den Krystallen.

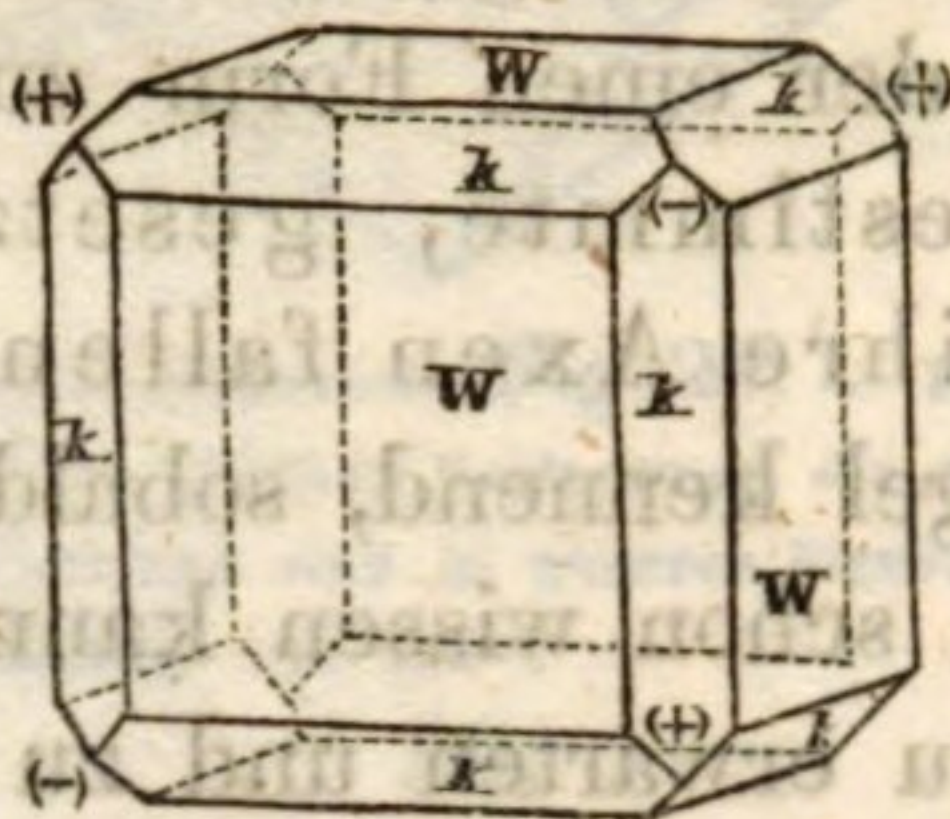
1. Die Flächen des Würflings (Fig. 27*) fehlen den



Borazitkrystallen nie. Es sind sechs Flächen (w), je zwei parallel, und diese drei Paare nach dreien, gegen einander rechtwinkligen Richtungen, also wie die Flächen eines geometrischen Würfels liegend, nur nicht regelmässig genau

in derselben Entfernung vom Mittelpunkte und daher auch nicht genau quadratisch. Bei den Segeberger Boraziten herrschen die Würflingsflächen stets ausserordentlich vor, so dass man mit blossen Augen oft keine andre Flächen sieht. Mit der Lupe überzeugt man sich aber meistens, dass die Kanten des Würflings durch schmale Flächen abgestumpft (Fig. 32), ausserdem von den acht Ecken des Würflings

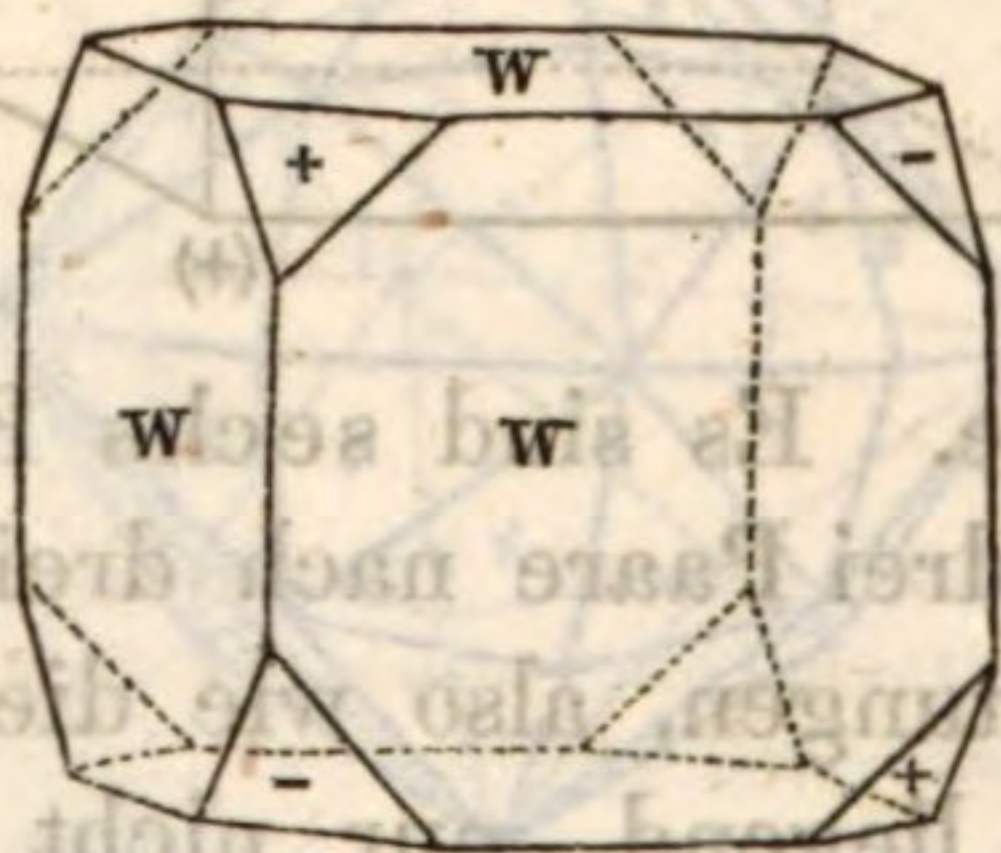
32.



bisweilen vier ebenfalls unvollständig und durch kleine sechseckige Flächen ersetzt sind. Deutlicher zeigen sich diese zweierlei Abstumpfungsflächen bei den weit grösseren, oft aber auch sehr vorherrschend die Form des Würflings darstellenden, Krystallen vom Kalkberge zu Lüneburg. — Die Würflingsflächen besitzen eine kaum dem schärfsten Auge und oft nur mit Hülfe einer guten Lupe erkennbare diagonale Reifung, von welcher etwas weiter unten die Rede sein wird. Ausserdem erscheinen sie sehr oft mosaikartig aus zahllosen, sehr kleinen Würfel Flächen zusammengesetzt.

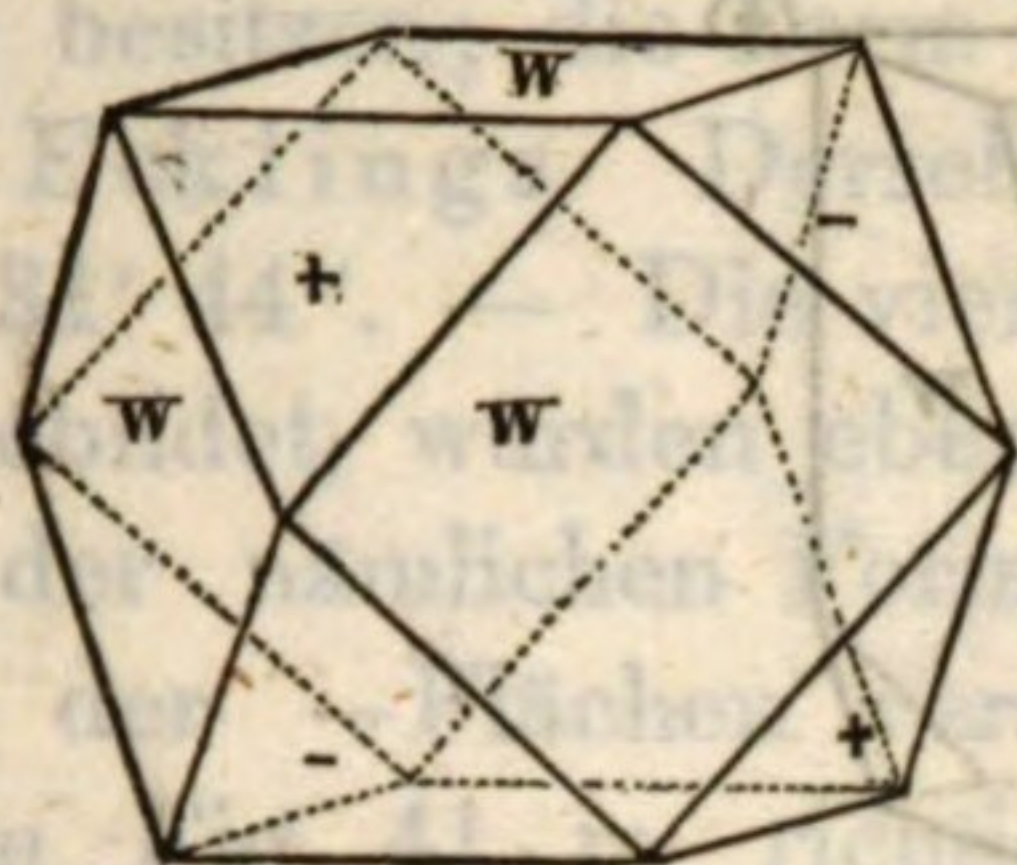
2. Die Flächen des Ecklings (Fig. 28) treten am Würflinge als Abstumpfungen der Würflingsecken auf (+ und — Fig. 33). Sie bilden mit den Würflingsflächen

33.

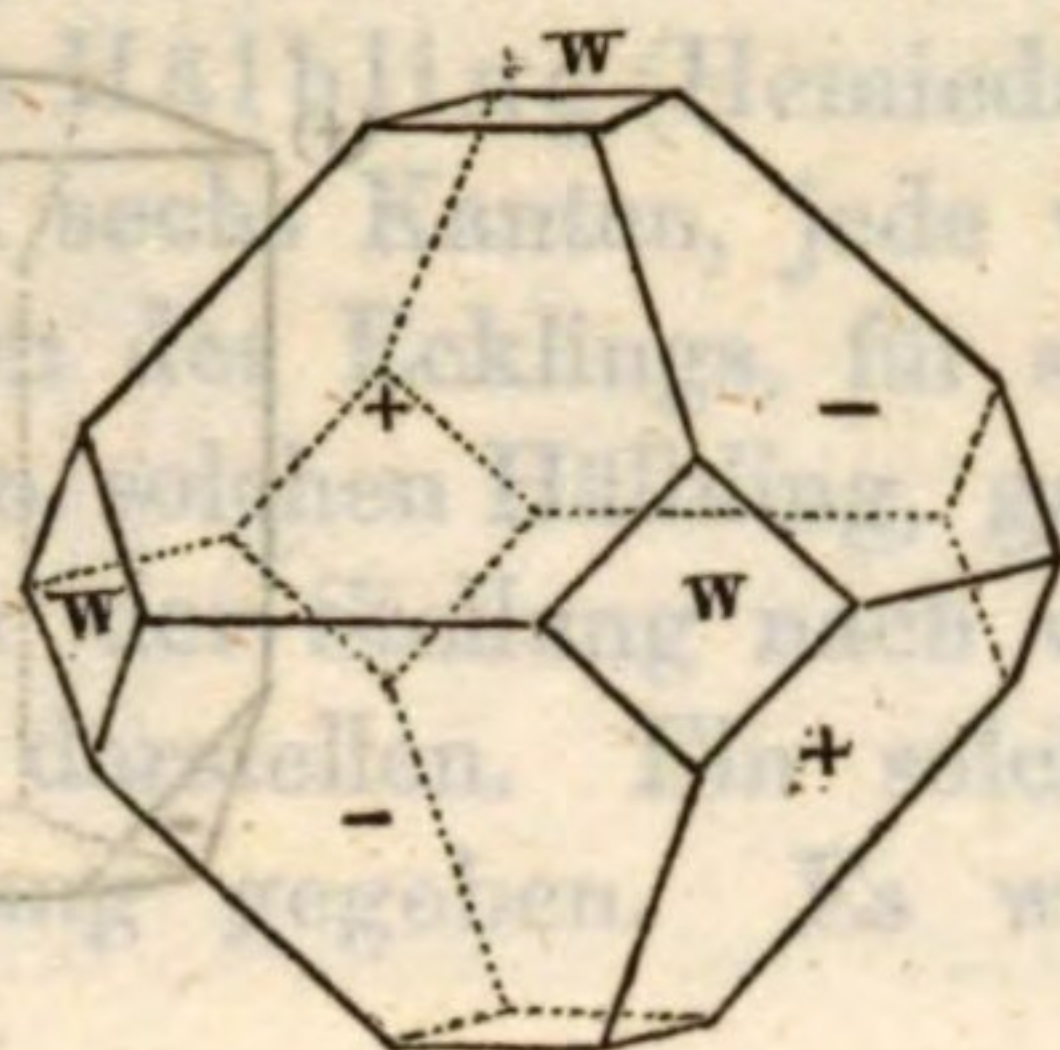


Kombinationskanten von $125^{\circ} 15' 52''$. Vergleicht man die Figuren 27, 33, 34, 35 und 28 in dieser Reihenfolge, so

34.

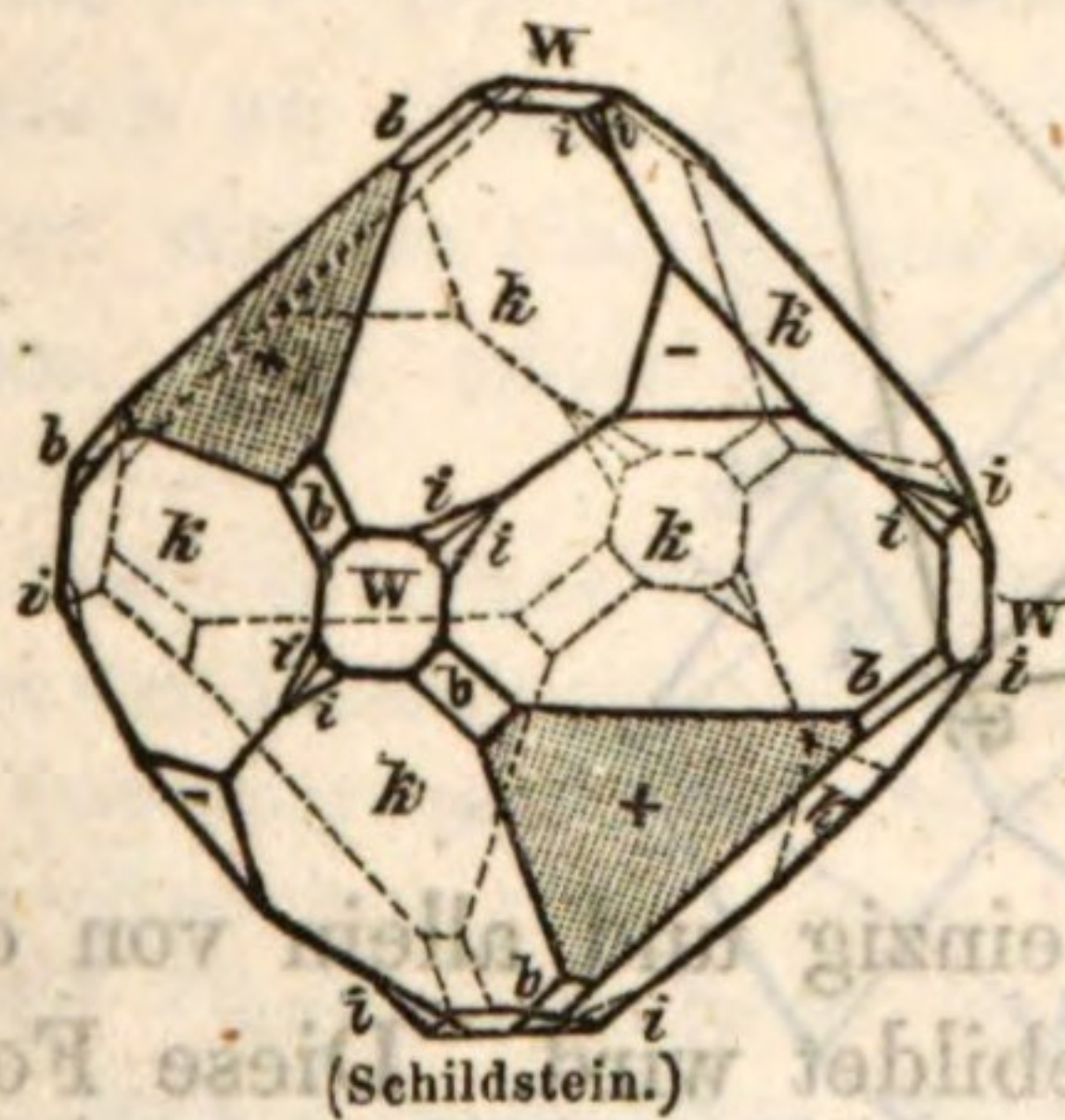


35.



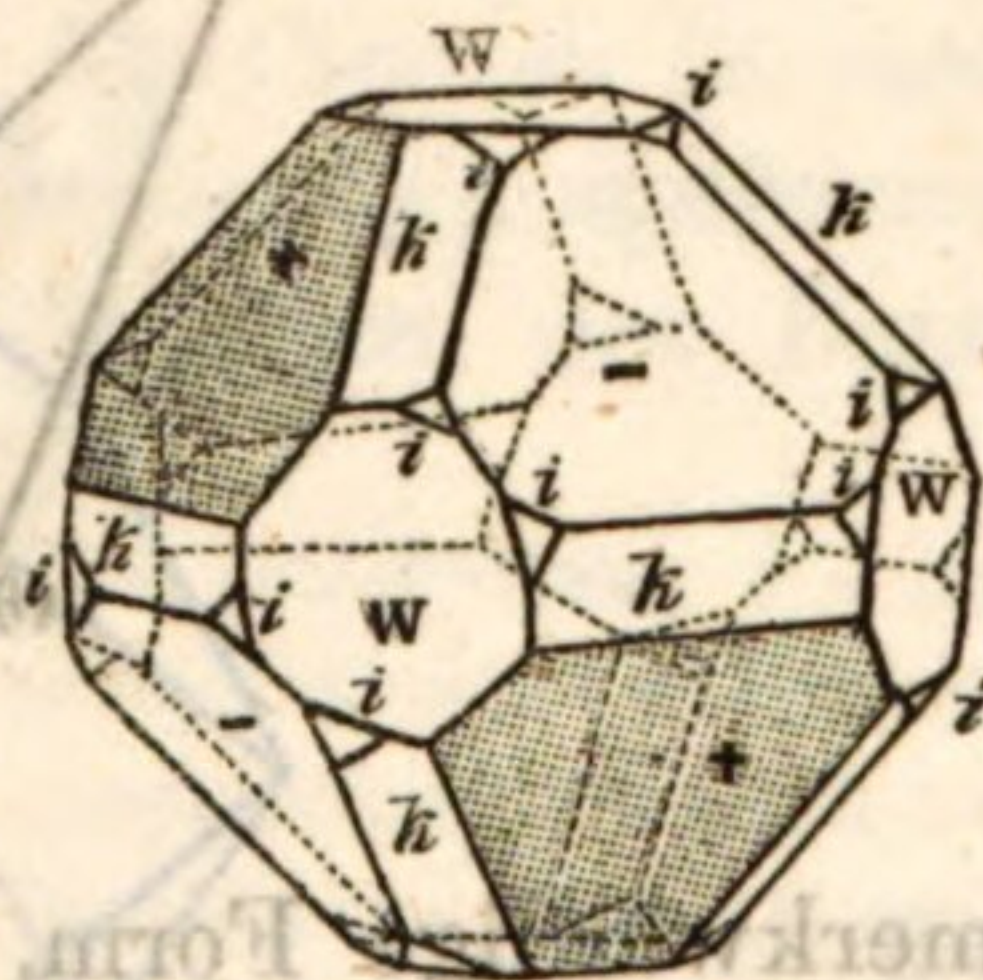
erkennt man die Beziehungen zwischen beiden Hauptformen vollkommen. Von den acht Ecklingsflächen ist jedoch die eine Hälfte (+) beim Borazit stets anders ausgebildet, als die andere Hälfte (—). Giebt man dem Würflinge die Stellung, wie Fig. 27, so stimmen oben die vordere und hintere und unten die linke und rechte mit einander vollkommen überein (diese vier sind in allen Figuren mit — bezeichnet), ebenso aber oben die linke und rechte und unten die vordere und hintere (in allen Figuren mit + bezeichnet und fein punktirt, weil sie matt und glanzlos erscheinen). Die letzteren vier Flächen fehlen mitunter gänzlich, oder sind wenigstens so klein, dass man sie kaum mit der besten Lupe wahrnimmt. In anderen Fällen wieder sind sie sogar grösser als die —Flächen, aber doch immer an ihrer Glanzlosigkeit zu erkennen (z. B. Fig. 36, 37); dergleichen Krystalle finden sich aber nie,

36.



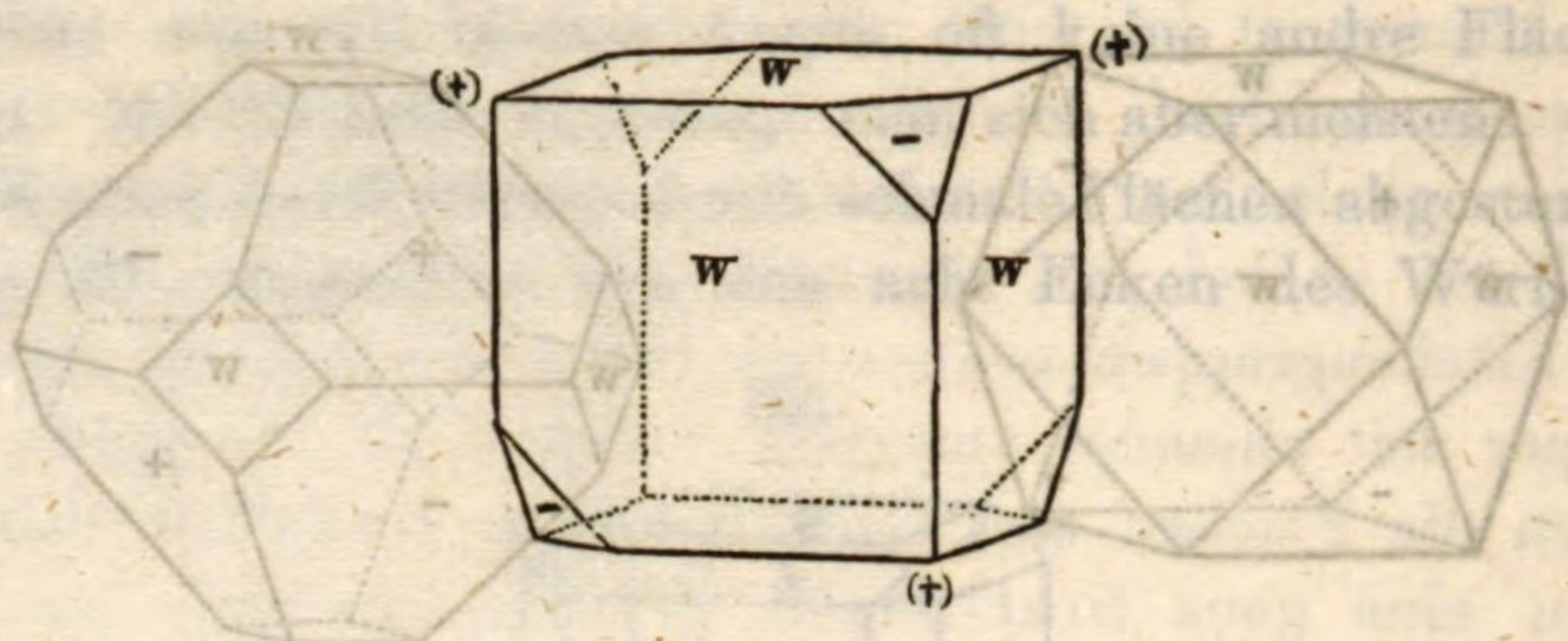
(Schildstein.)

37.

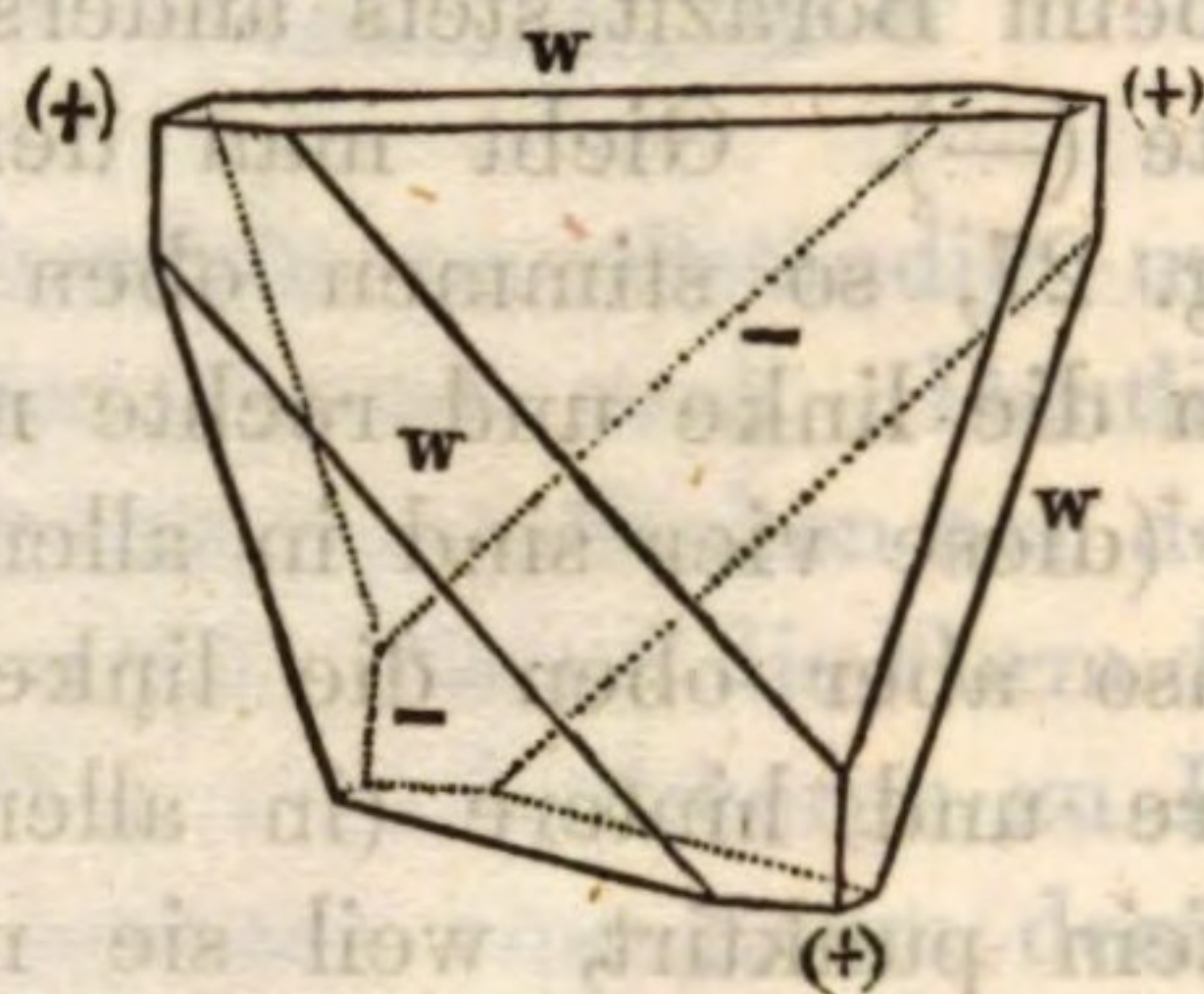


(Schildstein.)

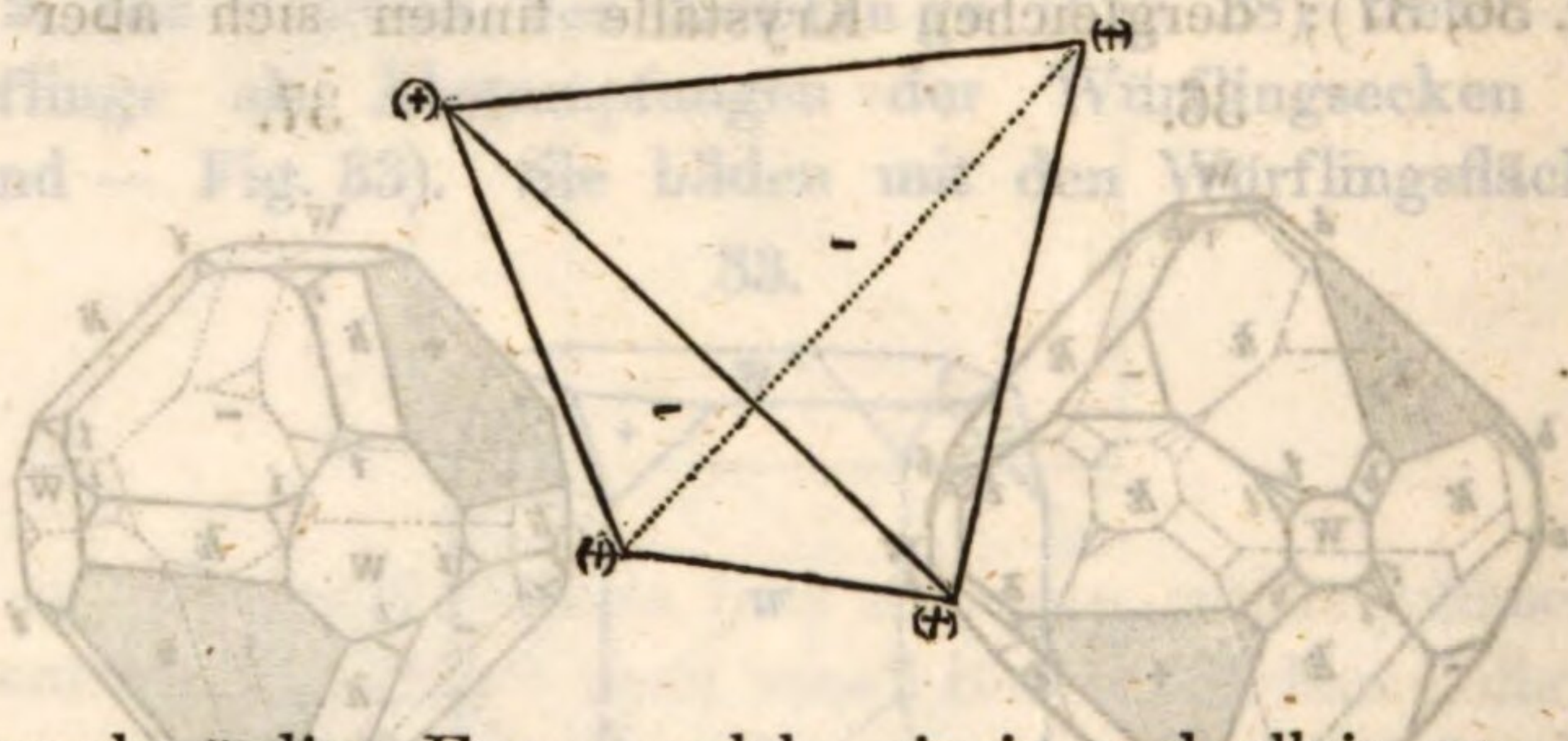
weder bei Segeberg, noch im Kalkberge zu Lüneburg, sondern einzig im Schildsteine. Fig. 38 stellt einen Würf-



ling dar, an welchem nur die vier —Flächen vorhanden sind, während die vier +Flächen gänzlich fehlen. Fig. 39.



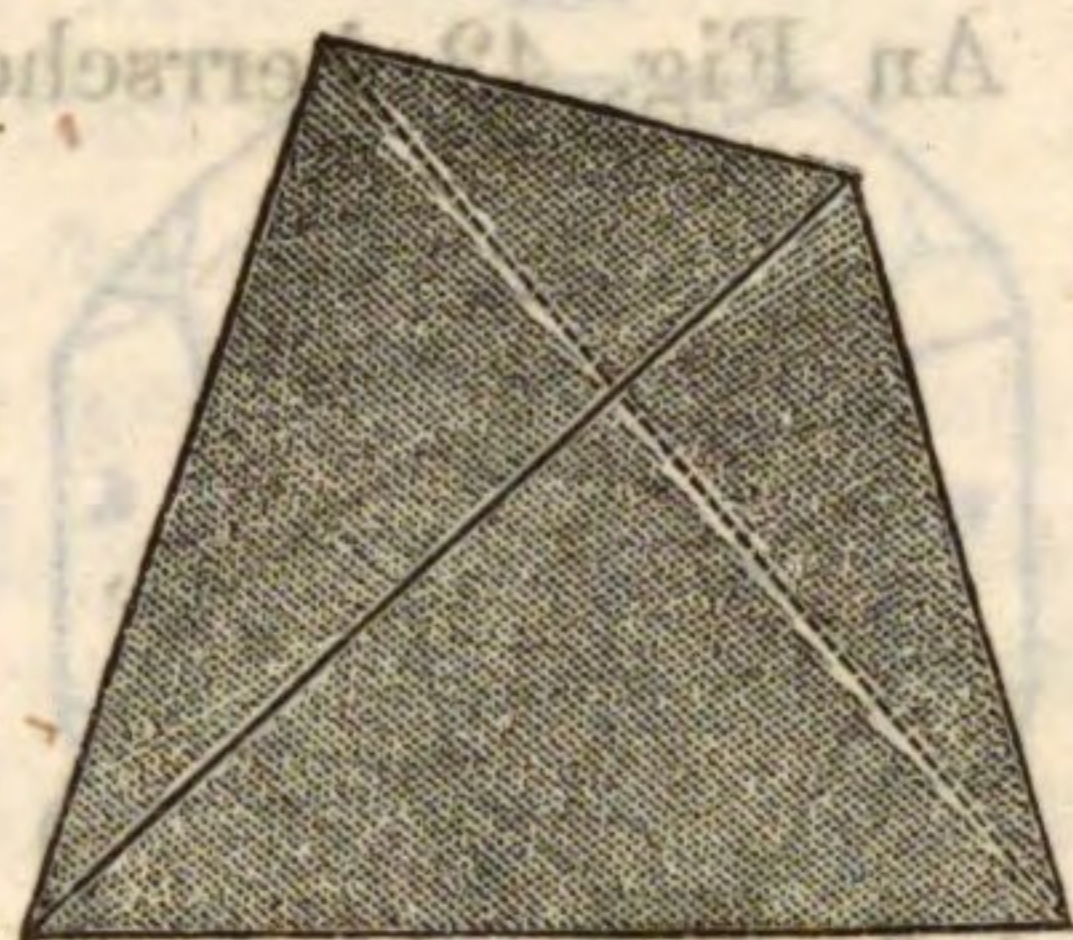
ist im Wesentlichen ganz dieselbe Vereinigung oder „Kombination“ der Würflingsflächen mit den —Flächen des Ecklings; nur herrschen die letzteren vor. Fig. 40 zeigt



die merkwürdige Form, welche einzig und allein von den vier —Flächen des Ecklings gebildet wird. Diese Form

heisst der Timpling (Tetraeder oder Hemioktaeder) und ihre Flächen sind die eine Hälfte der Ecklingsflächen, welche auch an dem Ecklinge Fig. 28 schon dasselbe Zeichen besitzen; die Form ist also ein Hälbling (Hemiedrie) des Ecklings. Derselbe besitzt sechs Kanten, jede von $70^{\circ} 31' 44''$. — Die vier +Flächen des Ecklings, für sich ausgebildet, würden ebenfalls einen solchen Hälbling, ganz von der nämlichen Form und nur der Stellung nach von dem der —Flächen verschieden, darstellen. Ein solcher ist in Fig. 41 in richtiger Stellung gegeben. Es wird

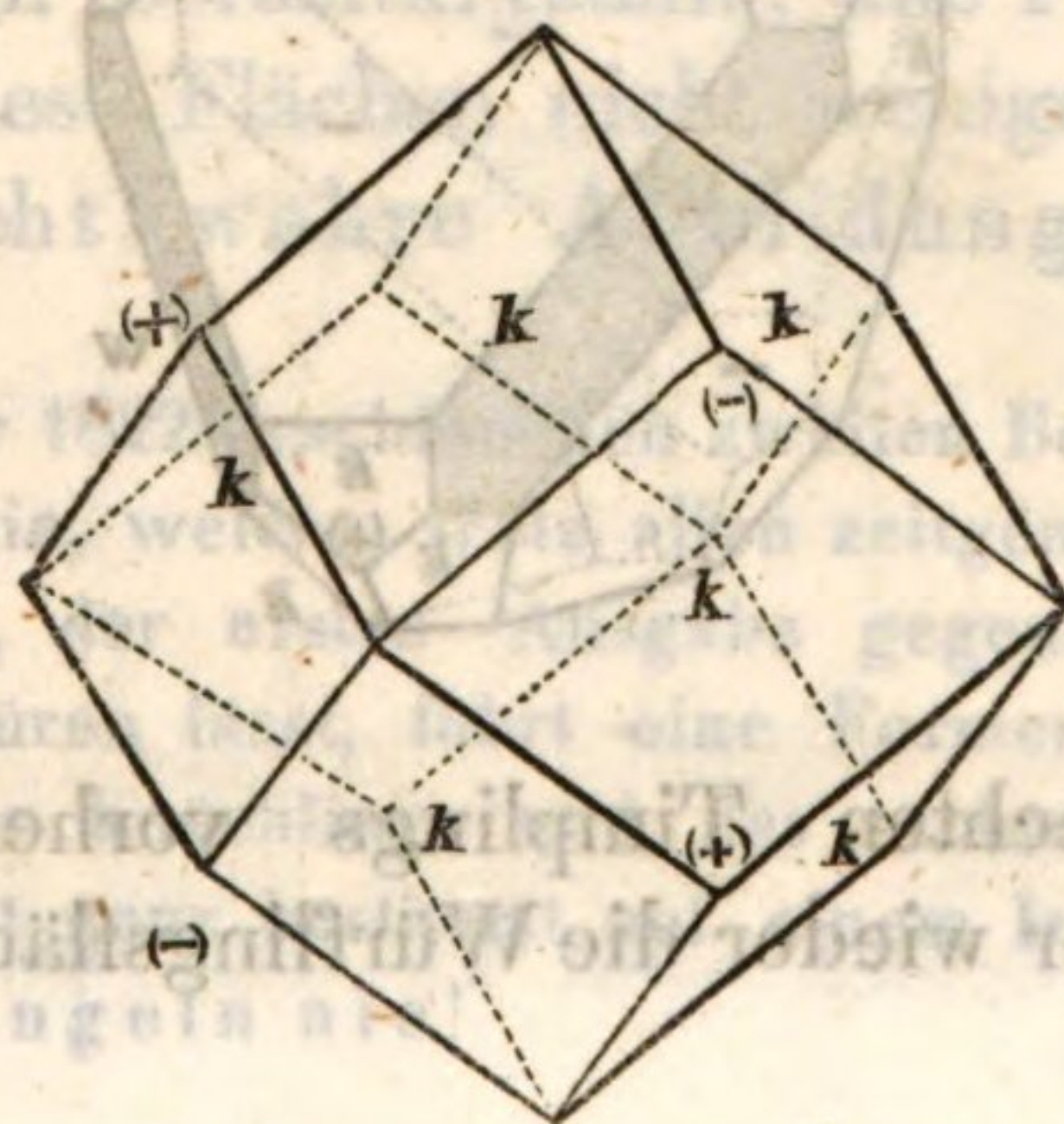
41.



bequem sein, den ersten glänzenderen, als rechten Timpling, den zweiten, matteren, als linken Timpling zu bezeichnen. Der rechte Timpling fehlt nie an einem Borazitkrystalle; von dem linken war oben die Rede. Die matte Beschaffenheit der linken Timplingsflächen rührt von einem dreifachen, unter Winkeln von 60° sich durchschneidenden Reifungssysteme her, dessen Ursache innig mit der Reifung der Würflingsflächen zusammenhangt und weiter unten besprochen werden wird.

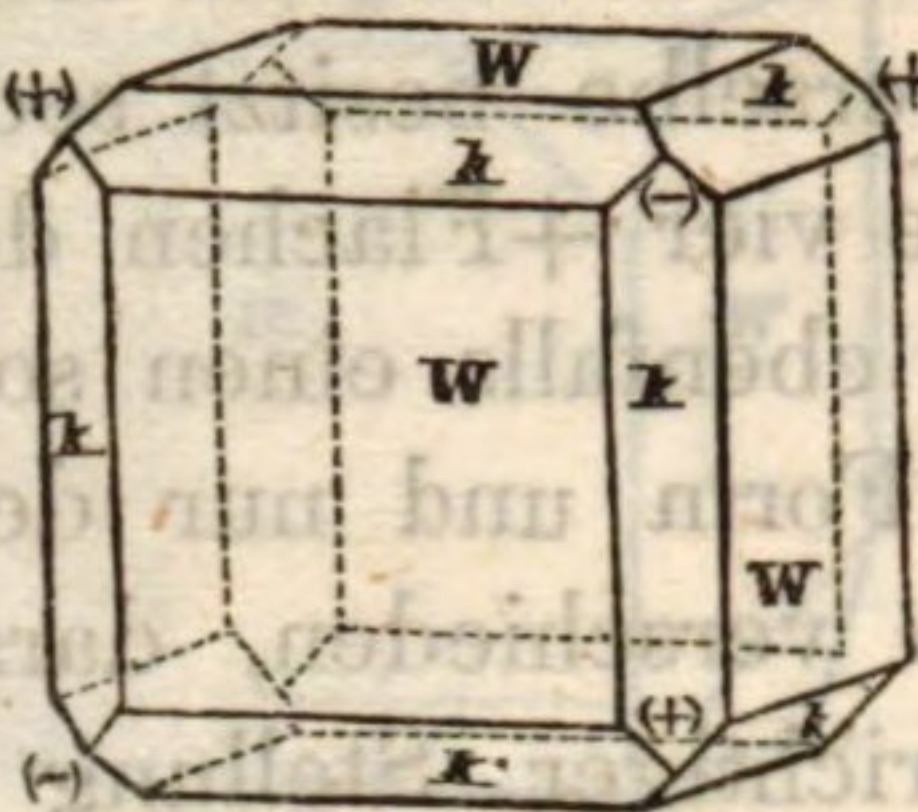
3. Die Flächen des Knöchlings (Fig. 29*) treten

29*.



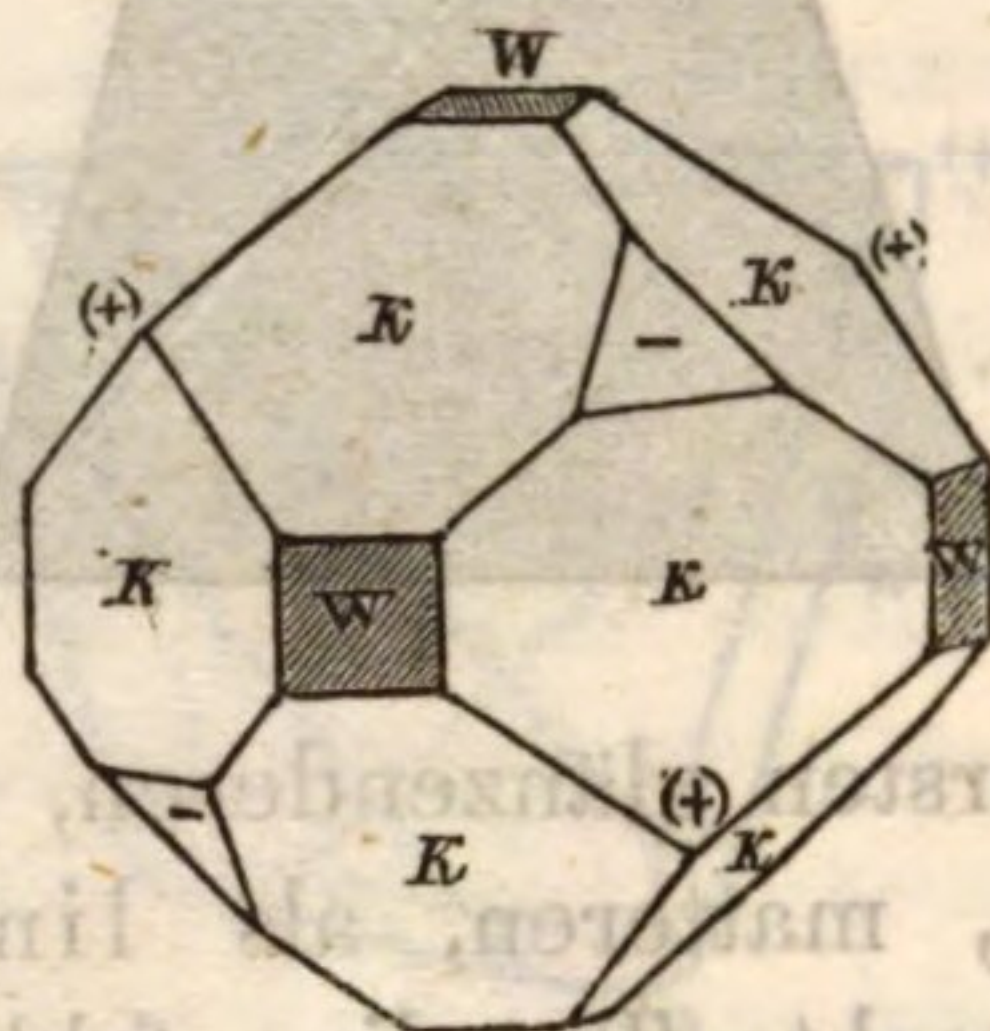
am Würflinge als Abstumpfungsflächen der zwölf Würflingskanten auf (Fig. 32*). Sie bilden mit diesen Kombinations-

32.*



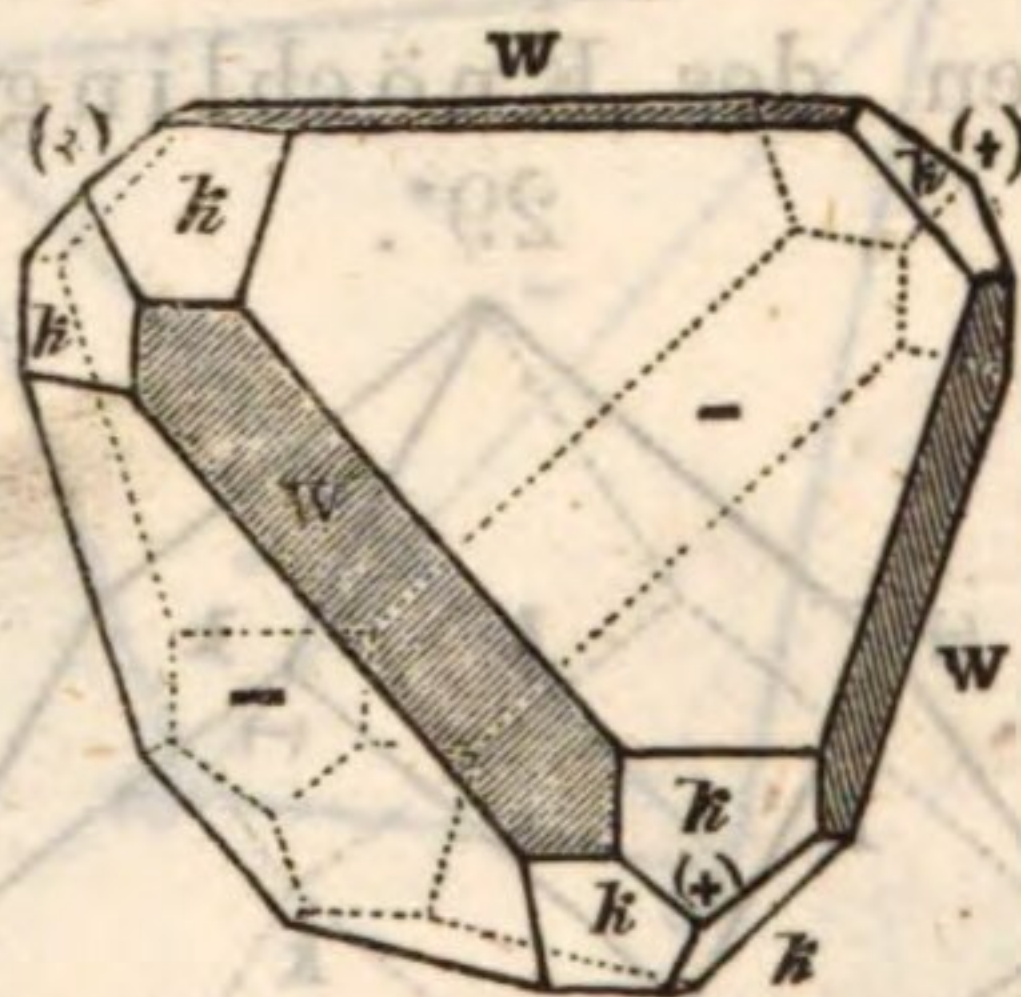
kanten von 135° . An Fig. 42 herrschen sie bereits vor;

42.



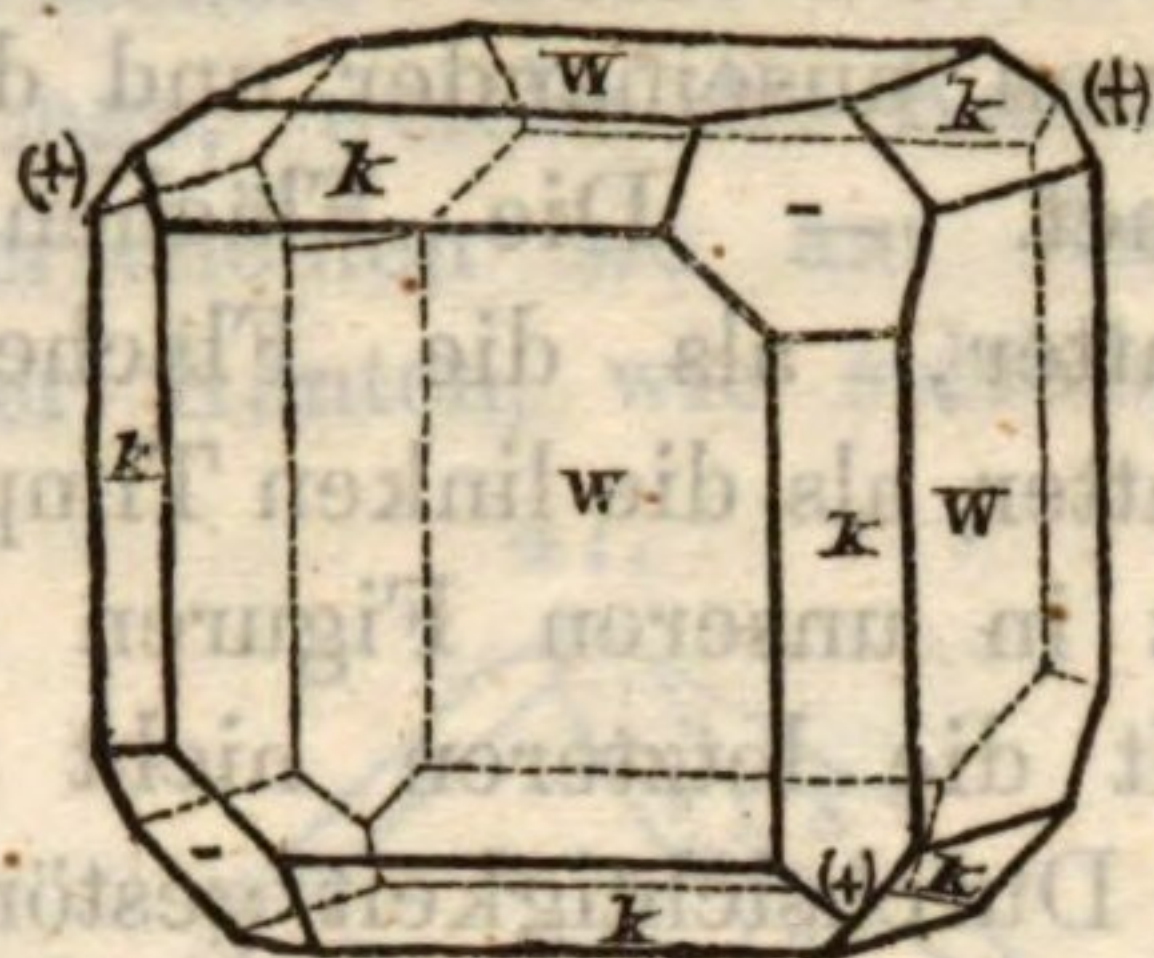
im Übrigen ist diese Figur von Fig. 32* nur durch die Flächen des rechten Timplings, welche noch hinzugefügt sind, verschieden. Mit Fig. 42 stimmt dagegen im Wesentlichen vollkommen überein Fig. 43, in welcher aber die

43.



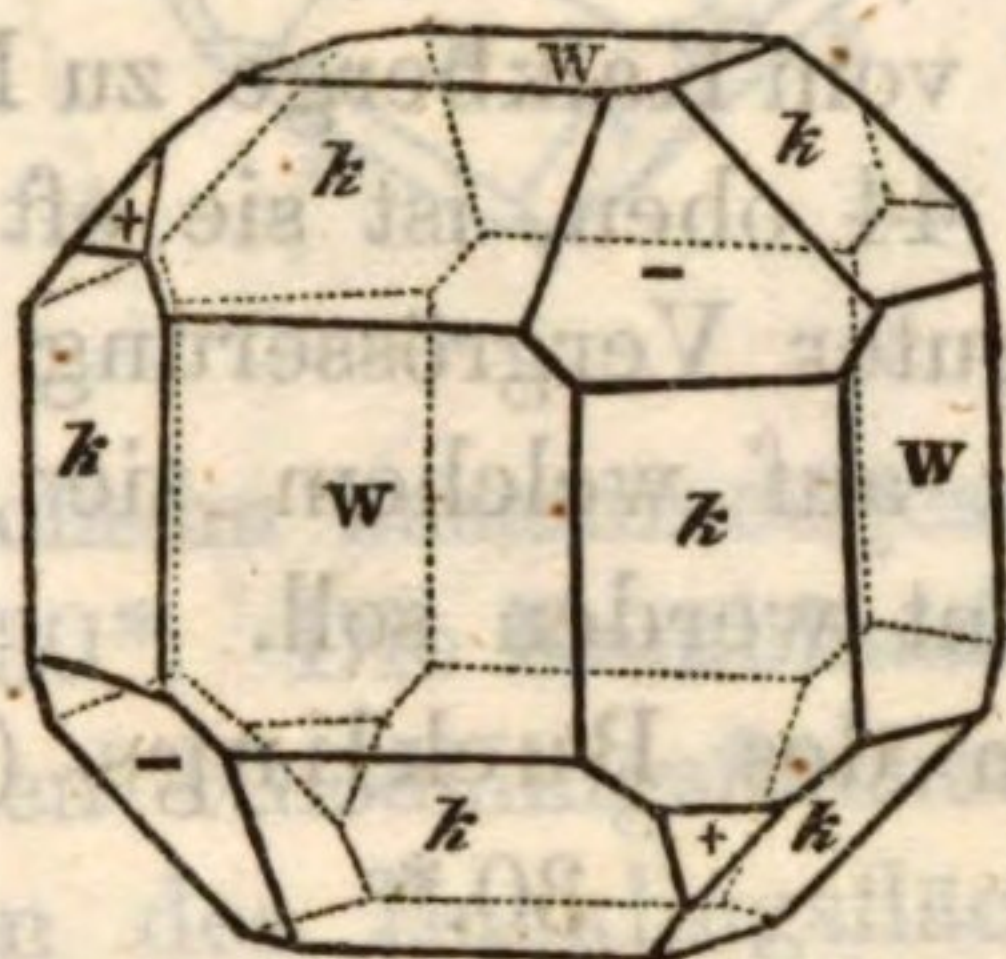
Flächen des rechten Timplings vorherrschen. Ebenso Fig. 44, in welcher wieder die Würflingsflächen vorherrschen.

44.



In Fig. 45 sind obendrein noch die Flächen des linken

45.

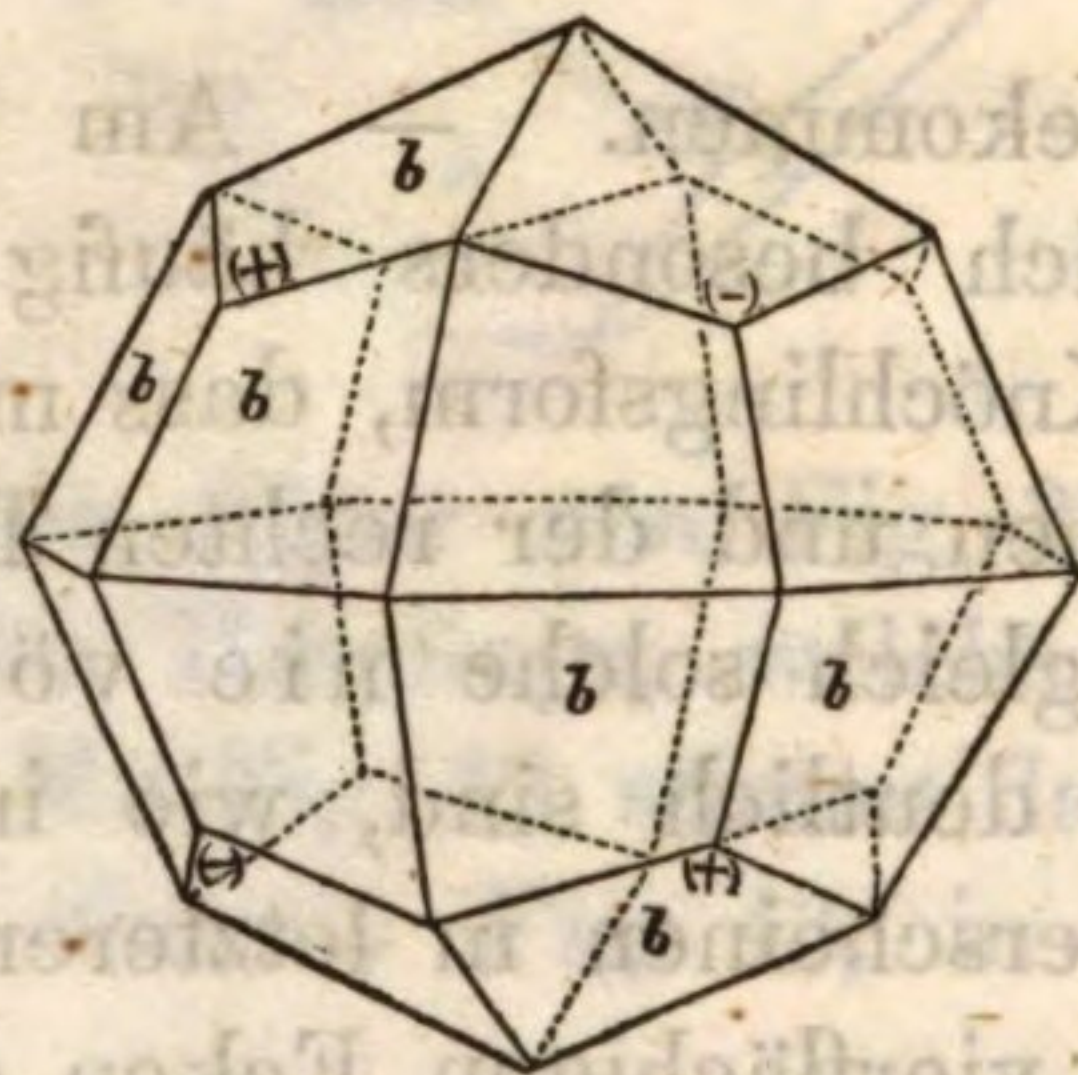


Timplings hinzugekommen. — Am Kalkberge zu Lüneburg finden sich besonders häufig Krystalle von so vorherrschender Knöchlingsform, dass man oft kaum Spuren der Würflingsflächen und der rechten Timplingsflächen bemerken kann, obgleich solche nie völlig fehlen*), meistens sogar recht deutlich sind, wie in Fig. 42. — Die Würflingsflächen erscheinen in letzterer Figur als Abstumpfungsflächen der vierflächigen Ecken des Knöchlings, die Timplingsflächen als Abstumpfungsflächen der dreiflächigen Ecken. — Die Knöchlingsflächen fehlen ebenfalls nie gänzlich an einem Borazitkrystalle; alle Figuren in diesem Buche, welche diese Flächen nicht wenigstens spurenweise zeigen, sind nicht wahre Abbildungen von Borazit-

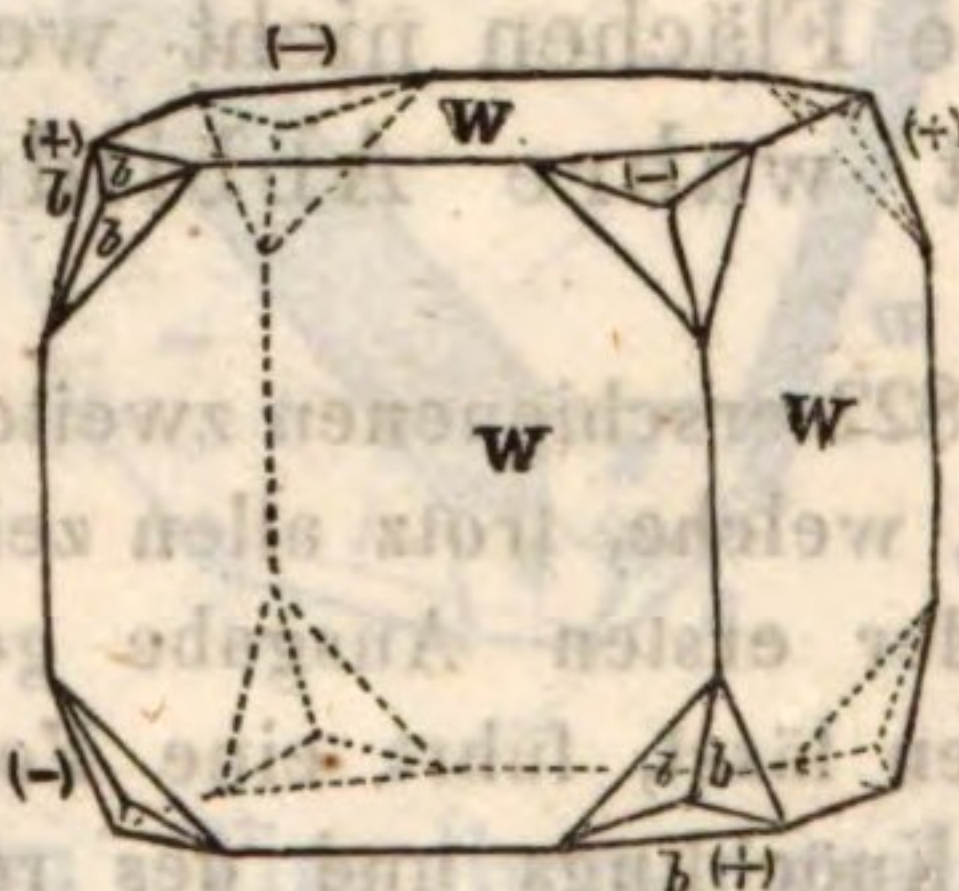
*) Haüy, in seiner 1822 erschienenen zweiten Bearbeitung des Handbuches der Mineralogie, welche, trotz allen zeitgemässen Vermehrungen und Verbesserungen, der ersten Ausgabe gegenüber ziemlich viele Altersschwächen spüren lässt, führt eine Formenvarietät auf, welche bloß die Flächen des Knöchlings und des rechten Timplings besitze. Diese Angabe beruht ganz bestimmt auf einem Irrthume, die Würflingsflächen mangeln nie!

krystallen, sondern nur zum Verständnisse der Ableitung der Formen auseinander und der Bedeutung der Flächen gezeichnet. — Die Flächen des Knöchlings sind immer matter, als die Flächen des Würflings, mitunter sogar matter, als die linken Timplingsflächen. Ihre Beschaffenheit ist in unseren Figuren nur deshalb nicht angedeutet, damit die letzteren nicht zu sehr in ihrer Deutlichkeit und Durchsichtigkeit gestört seien. Am auffallendsten ist die Mattigkeit der Knöchlingsflächen bei den Krystallen vom Schildsteine, an welchen die Flächen des rechten Timplings (—) herrschen, z. B. Fig. 43 oben. Aber auch an Krystallen vom Kalkberge zu Lüneburg, z. B. von der Form der Fig. 44 oben, ist sie oft auffallend und gestattet hier unter guter Vergrößerung die Erkennung des Grundverhältnisses, auf welchem sie beruht und dessen weiter unten erwähnt werden soll.

4. Die Flächen des Bucklings (Fig. 30*) treten am 30.*



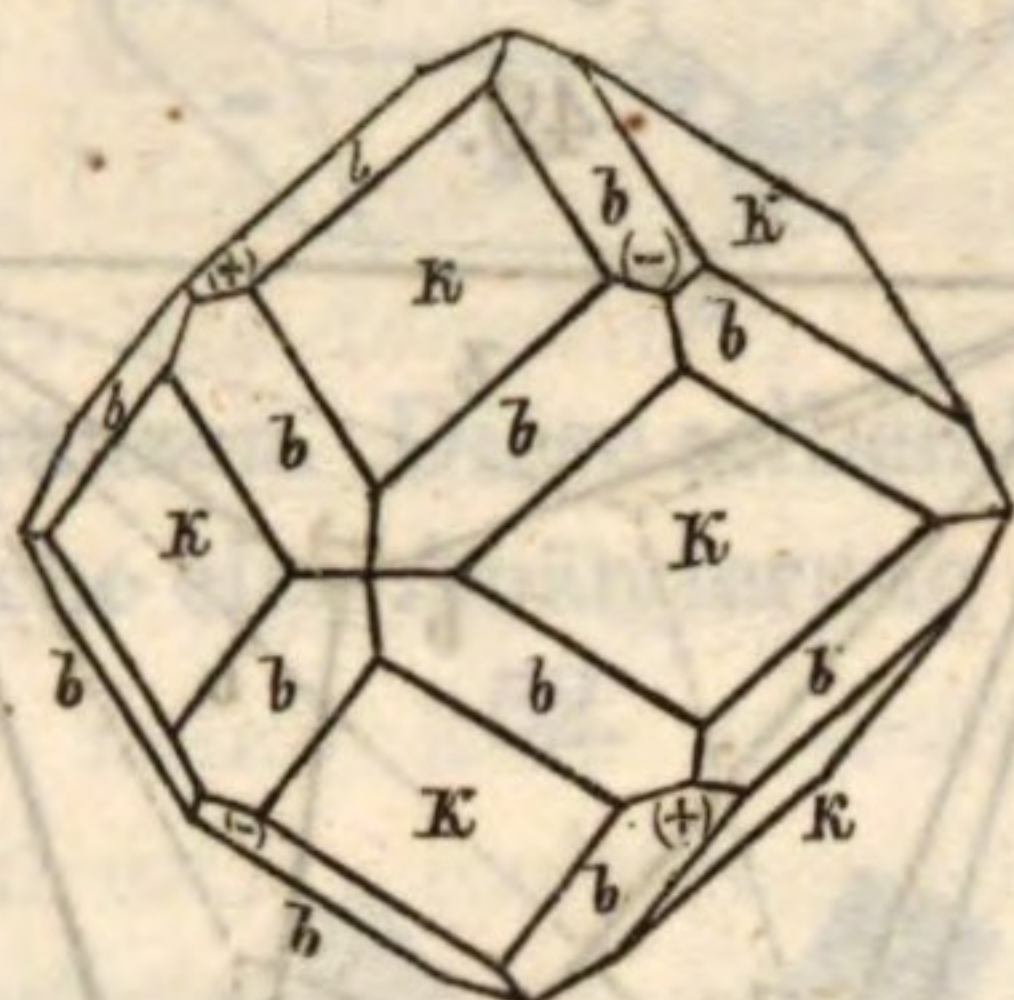
Würflinge auf als Zuspitzungsflächen (b) der Würflingecken (von den Flächen aus). Fig. 46 zeigt, wie diese 46.



Flächen zu je dreien sich an der Stelle einer Ecklings-

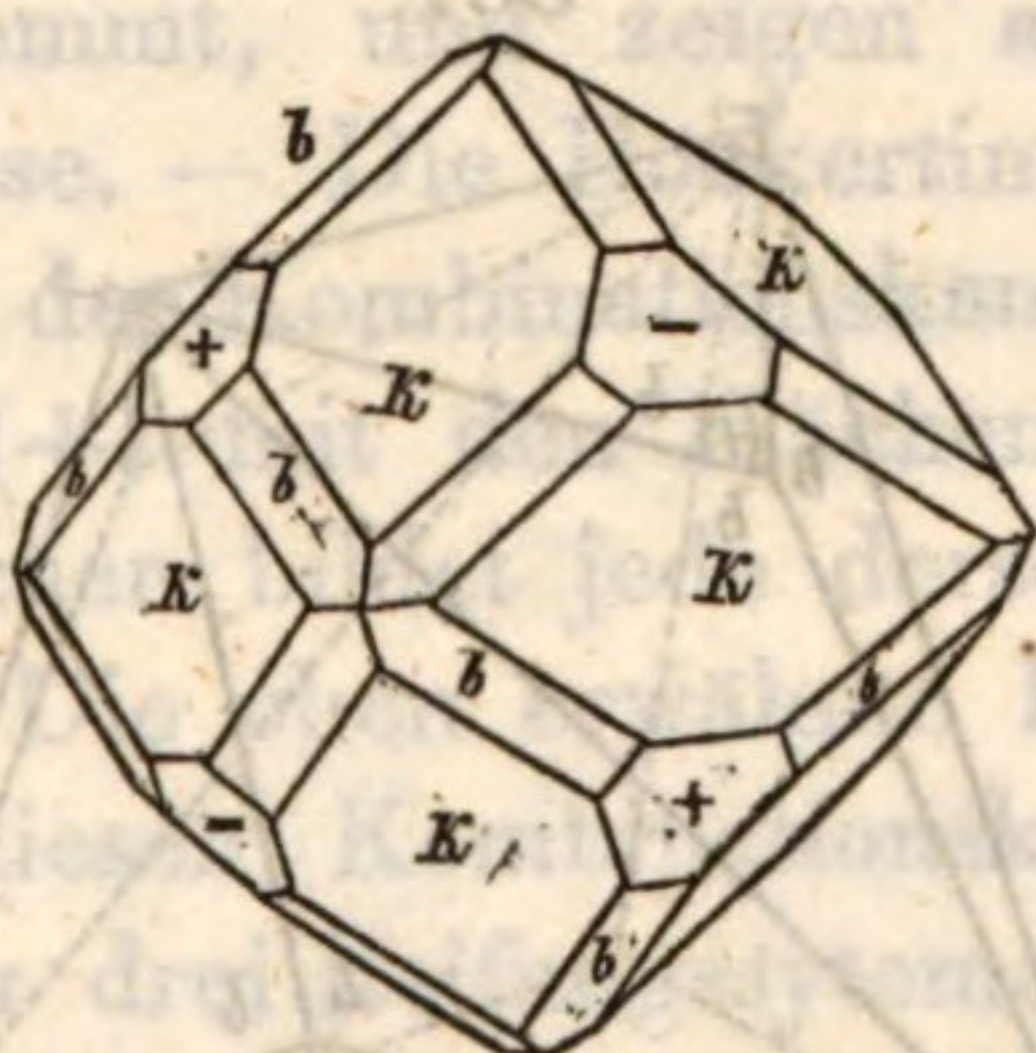
fläche befinden (vergl. Fig. 33, Seite 94). Es sind somit vier und zwanzig Flächen. Diese Flächen haben übrigens genau diejenige Lage, welche die Kanten des Knöchlings besitzen; daher erscheinen sie am Knöchlinge als Abstumpfungen dieser Kanten, wie solches Fig. 47 deutlich

47.



macht, welche gleichsam zusammengesetzt ist aus Fig. 29* (Seite 97) und Fig. 30*. Die Kombinationskanten der Bucklingsflächen mit den Knöchlingsflächen messen 150° , die Kombinationskanten der Bucklingsflächen mit den Würflingsflächen $144^\circ 44' 8''$. Der Buckling hat so viele dreiflächige Ecken als der Würfling. An diesen dreiflächigen Ecken bilden die Ecklingsflächen Abstumpfungen, wie dies in Fig. 48, einer Kombination des Knöchlings, Bucklings

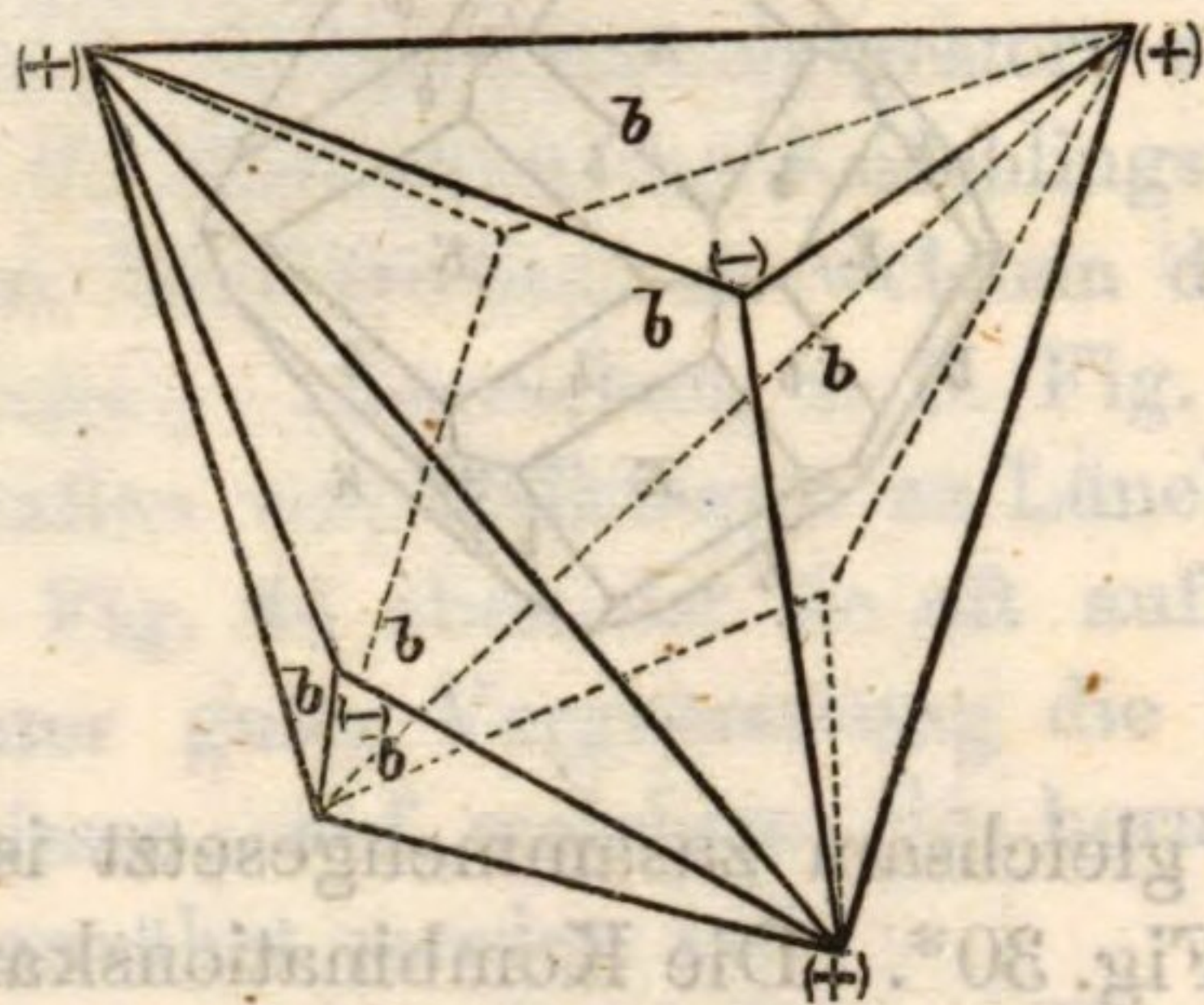
48.



und Ecklings (beider Timplinge) bemerkbar ist. Die Kombinationskanten der Bucklingsflächen mit den Ecklingsflächen betragen $160^\circ 31' 44''$. — Niemals finden sich an einem Borazitkrystalle alle sämtlichen Bucklingsflächen, sondern stets nur zwölf derselben. Man vergleiche Fig. 46

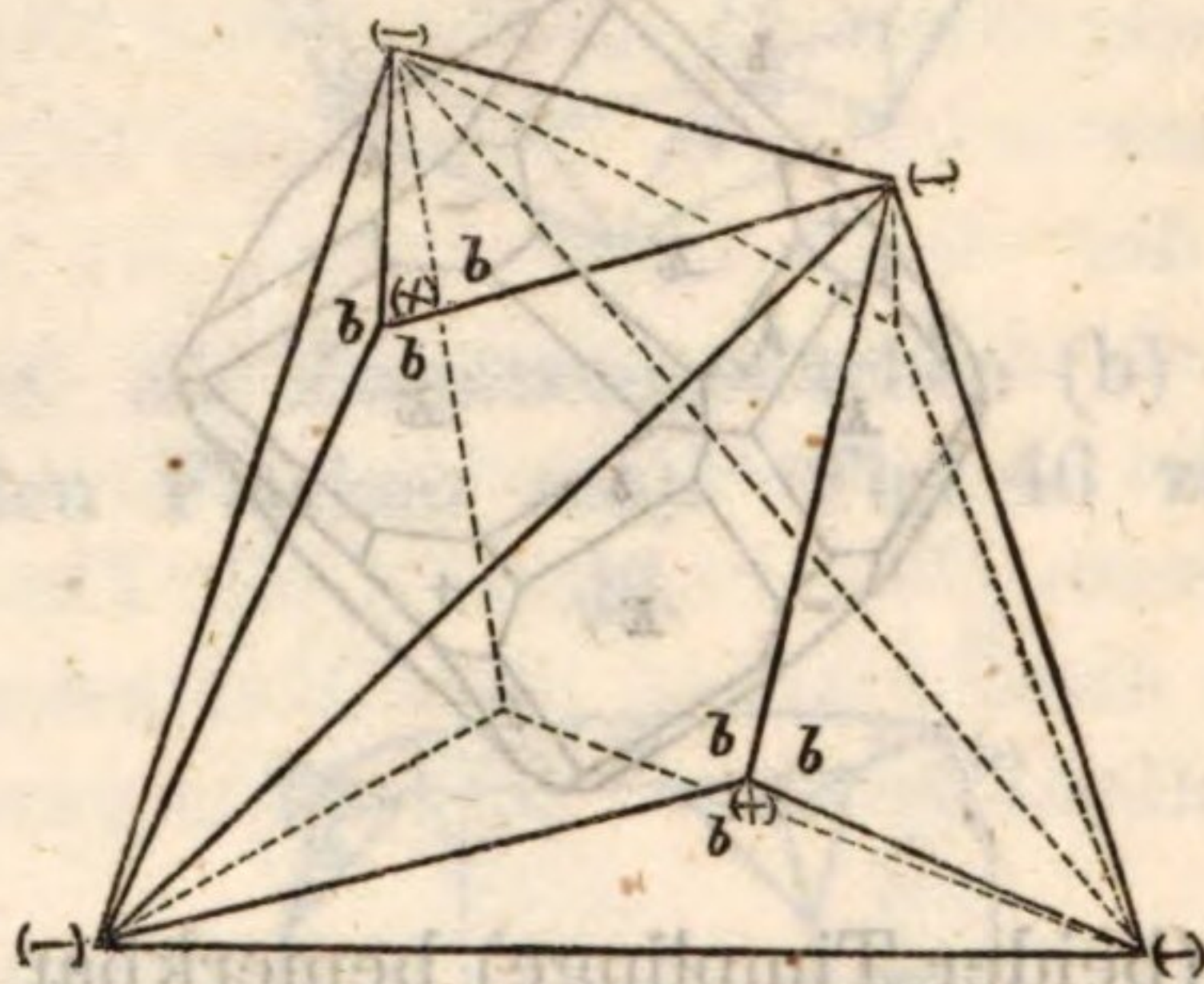
mit Fig. 38 (Seite 96) und denke sich nur diejenigen dreizähligen Gruppen von Bucklingsflächen ausgebildet, welche den rechten Timplingsflächen entsprechen. Diese denke man sich vergrößert, wie die rechten Timplingsflächen in Fig. 39 (Seite 96), endlich allein herrschend, wie die letzteren in Fig. 40 — so erhält man die Form Fig. 49, welche man als rechten

49.



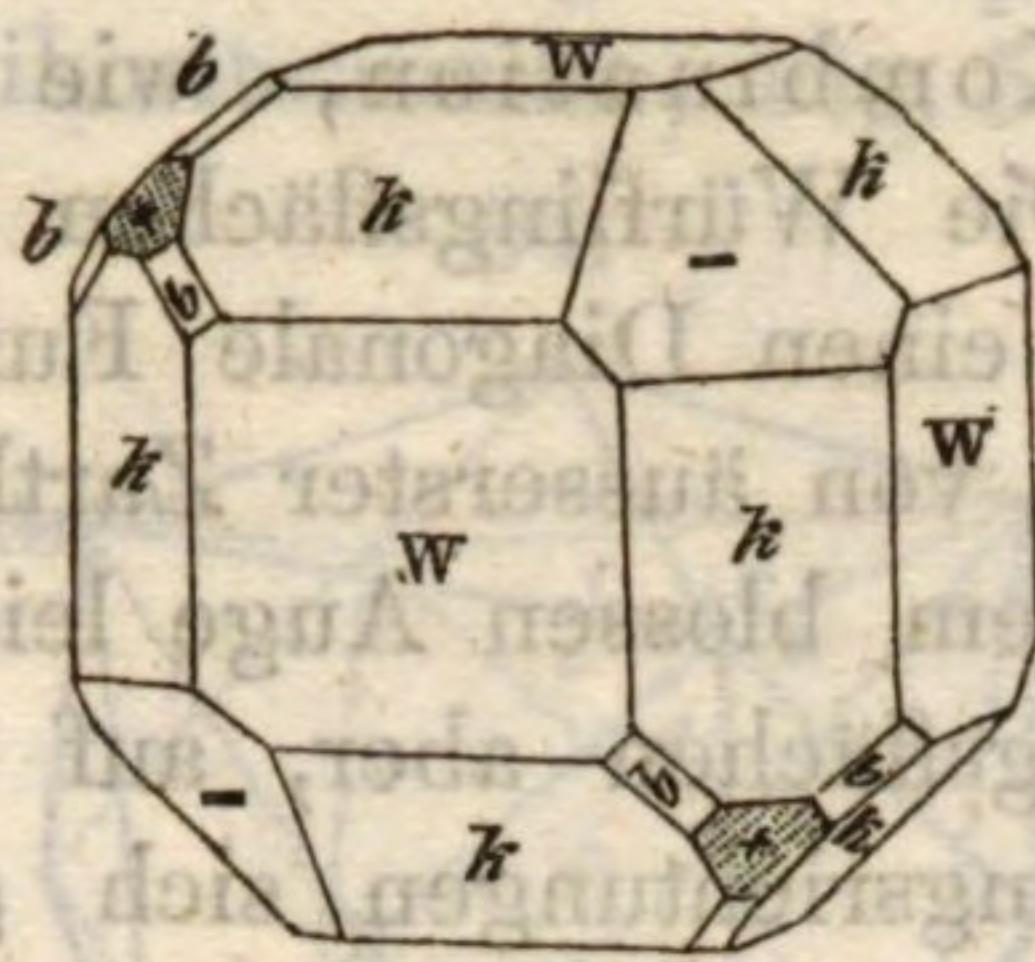
Höckertimpling (Hemikositetraeder, Pyramidentetraeder) bezeichnen kann. Dieser ist ein Hälbling des Bucklings, wie der Timpling ein Hälbling des Ecklings ist. Dem linken Timpling entspricht der linke Höckertimpling Fig. 50. Es zeigen sich nun an den Borazitkrystallen immer

50.



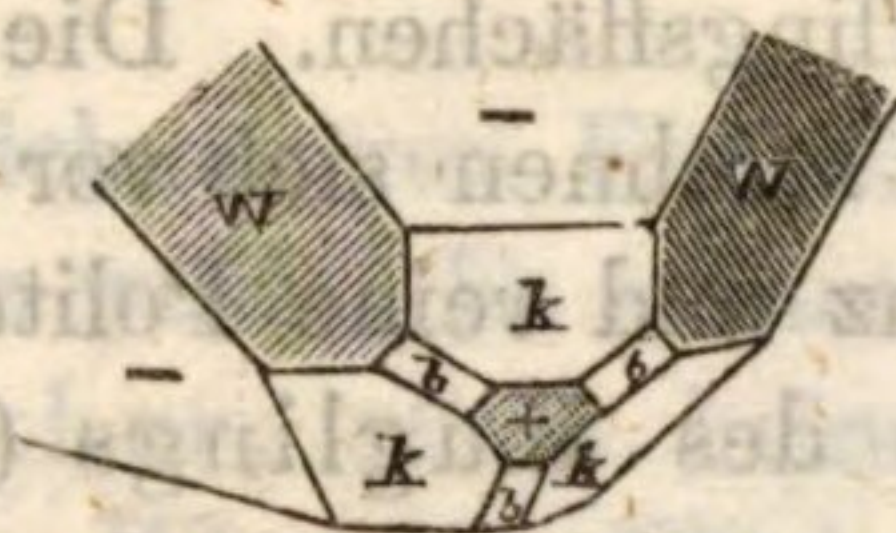
nur die Flächen dieses linken Höckertimplings, welche in Fig. 30* und 48 allein mit b bezeichnet sind, also die Flächen b in Fig. 51 u. a., welche zunächst an die linken

51.



Timplingsflächen gränzen. Diese selben Flächen bemerkt man auch in Fig. 52, welche eine Abänderung der vorderen unteren

52.

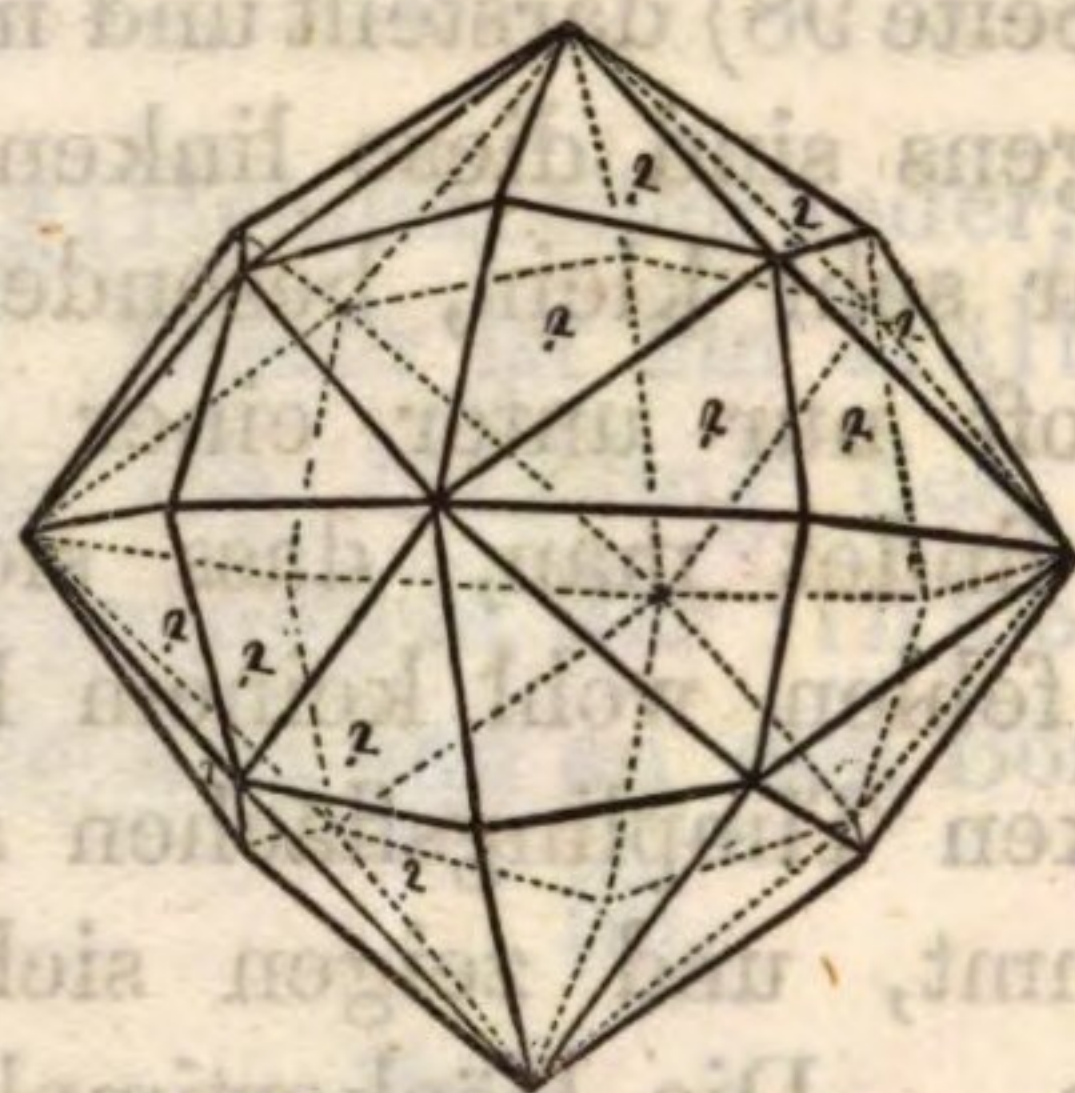


Ecke von Fig. 43 (Seite 98) darstellt und mehreren folgenden Figuren. — Übrigens sind diese linken Höckertimplingsflächen meistens nur sehr klein, besonders sehr schmal; man erkennt sie oft nur unter einer guten Lupe; auf diese Weise aber findet man, dass sie ausserordentlich häufig sind; sie fehlen wohl keinem Krystalle, an welchem von den linken Timplingsflächen auch nur eine geringe Spur vorkommt, und zeigen sich mitunter selbst deutlicher, als diese. — Die Höckertimplingsflächen bilden eine Abstumpfung der Kombinationskanten der Flächen des linken Timplings (+) mit den Flächen des Würflings (w). Mit beiderlei Flächen bildet jede derselben parallele Kombinationskanten. Die oben erwähnte Reifung der Würflingsflächen ist diesen Kombinationskanten parallel und ebenso je eins der drei Reifungssysteme, welchen die linken Timplingsflächen ihre eigenthümliche Mattigkeit verdanken. Diese Reifungen sind die Folge einer in der inneren Organisation der Borazitkrystalle vorhandenen Anlage zur Bildung der linken Höckertimplingsflächen, eine zahllos oft wiederholte Kombination derselben mit den linken Timplings- und Würflingsflächen, stets doch wieder durch

die Ausbildung der letzteren Flächenarten unterdrückt, eine oszillatorische Kombination, wie man sich ausdrücken pflegt. Die Würflingsflächen besitzen daher in der Richtung ihrer einen Diagonale Furchen und Reifen, gleichsam Treppen, von äusserster Zartheit, mitunter auch einzelne gröbere, dem blossen Auge leicht wahrnehmbare. Die linken Timplingsflächen aber, auf welchen drei Furchungs- und Reifungsrichtungen sich gegenseitig durchschneiden, bestehen so gleichsam aus einer drillichartigen Schraffirung mit zahllosen stumpfen Spitzchen zwischen denselben, aus einer wahren Mosaik von mikroskopischen Ecken. Letztere Flächen sind daher so auffallend viel matter, als die Würflingsflächen. Die linken Höckertimplingsflächen dagegen zeichnen sich vor beiden Flächenarten durch lebhaften Glanz und reine Politur aus.

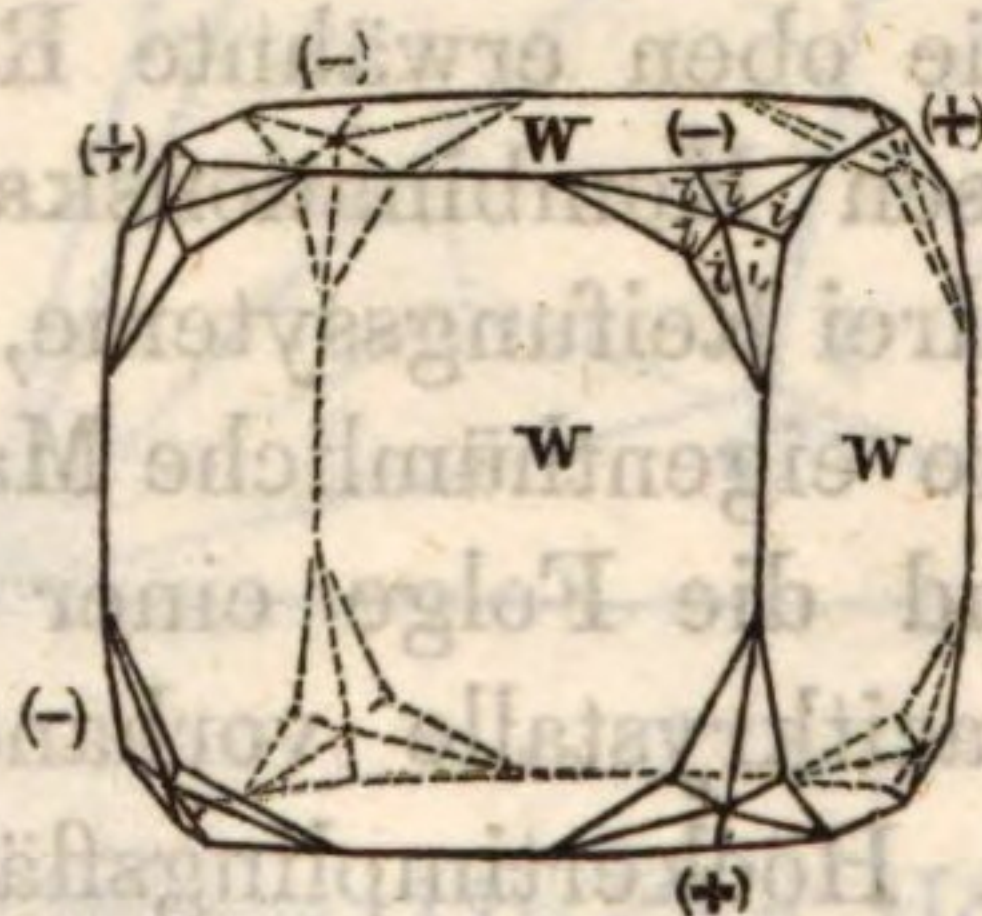
5. Die Flächen des Kuglings (Fig. 31*) treten am

31.*



Würflinge als sechsflächige Zuspitzungen (i) der Würflingsecken auf, wie dies Fig. 53 zeigt. Es sind acht und

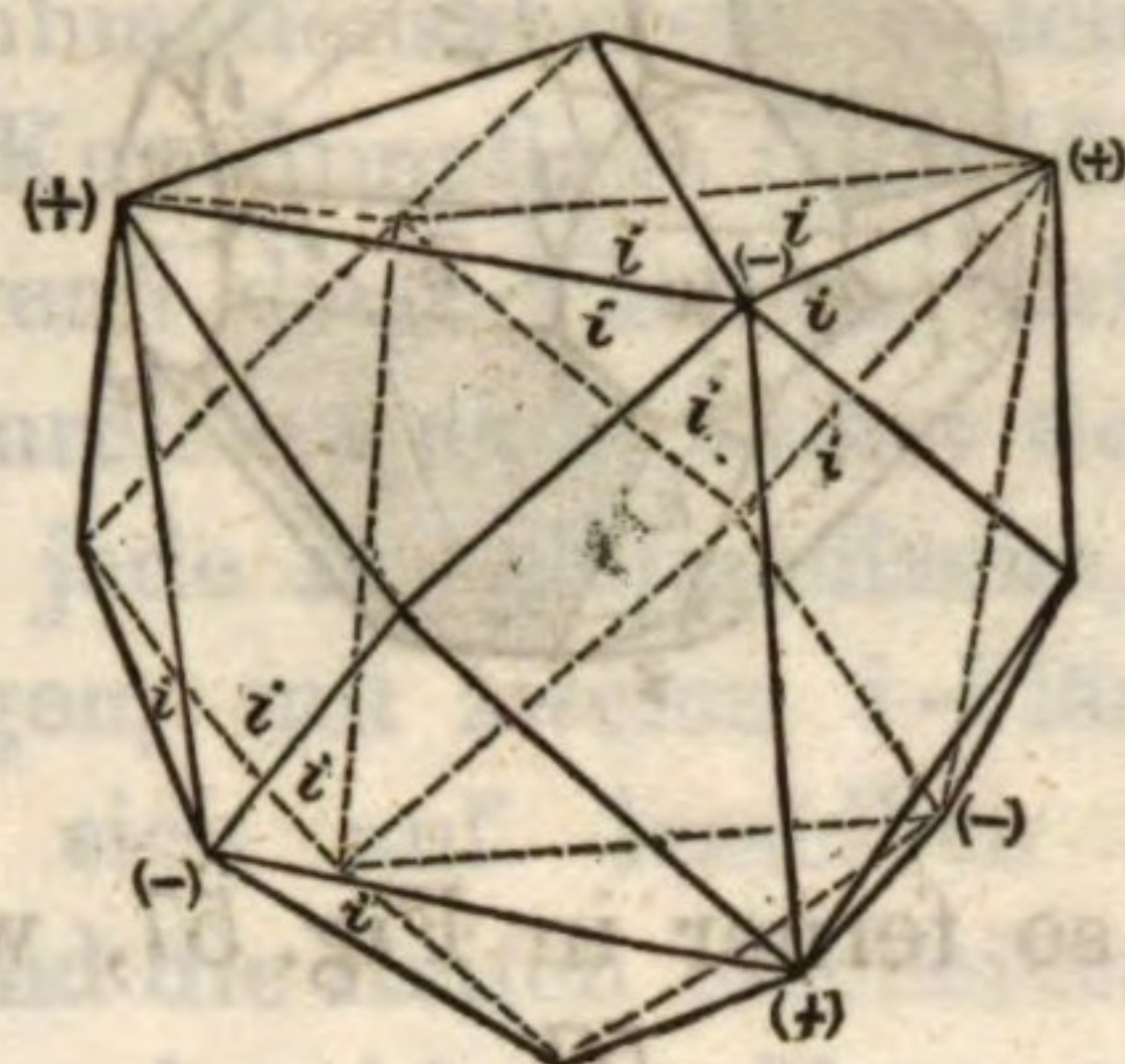
53.



vierzig Flächen. Auch vom Kuglinge kommt jedoch nie beim Borazit die ganze Flächenzahl vor, sondern stets nur

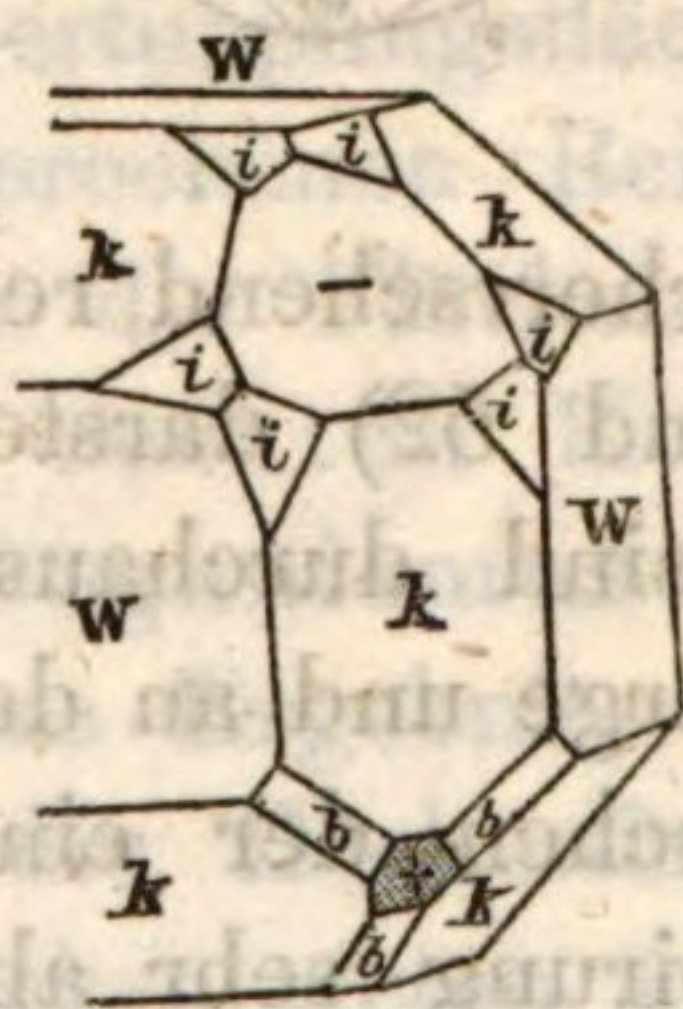
ein Hälbling, der rechte Kugeltimpling (Hemihexakis-
oktaeder, Trigonalikositetraeder) Fig. 54, dessen Ableitung

54.



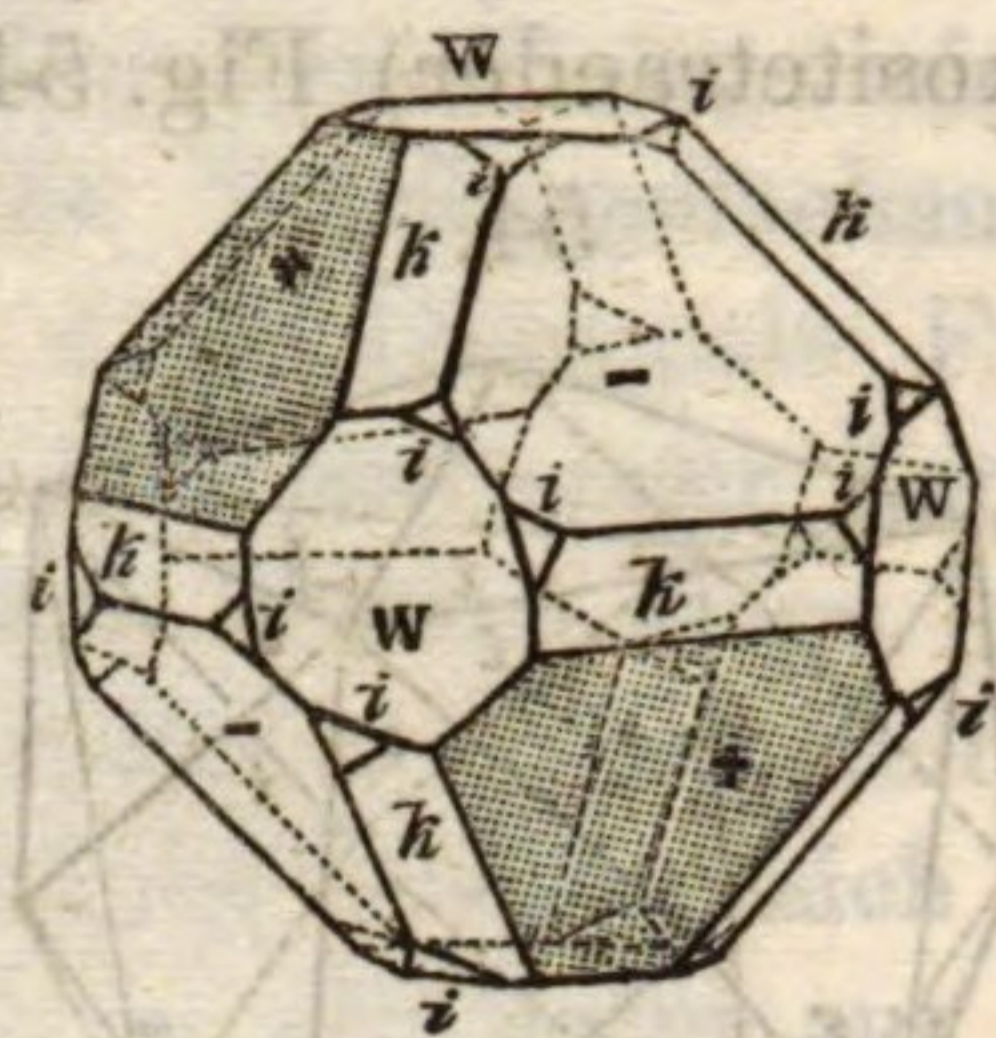
man aus der Vergleichung von Fig. 53 mit Fig. 38 u. s. w. (Seite 96) leicht finden wird. Es ist natürlich auch ein linker Kugeltimpling denkbar, allein beim Borazit kommt ein solcher nie vor. — Wie die Flächen des Ecklings die dreiflächigen (den Würflingsecken in ihrer Lage entsprechenden) Ecken des Bucklings abstumpfen, so stumpfen dieselben auch die sechsflächigen Ecken des Kuglings ab. Die, bei den Borazitkrystallen von den Bucklingsflächen allein ausgebildeten, Flächen des linken Höckertimplings (b) erscheinen stets in der Umgebung der Flächen des linken Timplings (+); ebenso zeigen sich die Flächen des rechten Kugeltimplings (i) in der Umgebung der rechten Timplingsflächen (—). So zeigen sich dieselben in Fig. 55,

55.



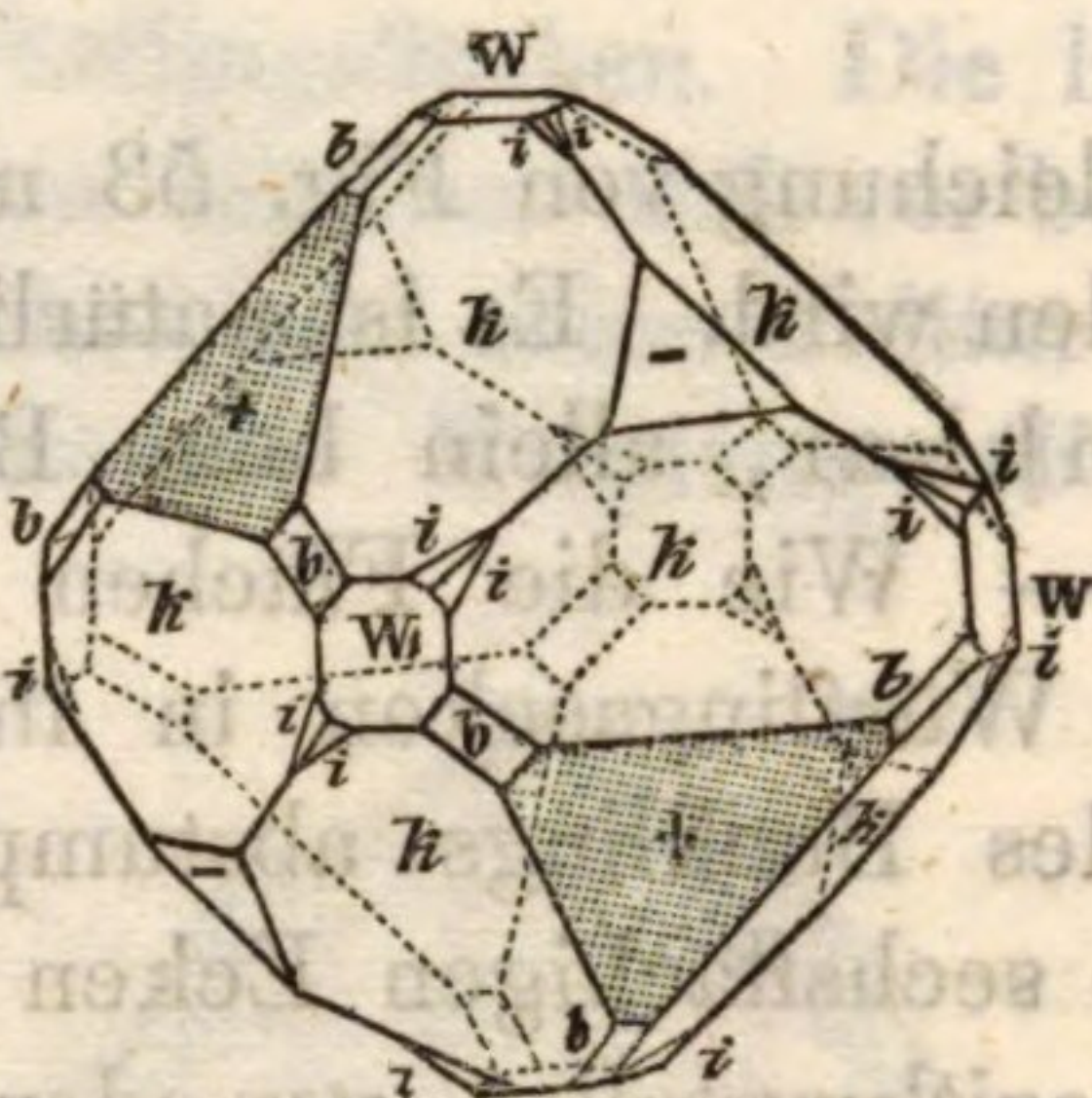
wo die Würflings- und Knöchlingsflächen vorherrschen; so in Fig. 56, wo beide Hälblinge des Ecklings fast gleich-

56.



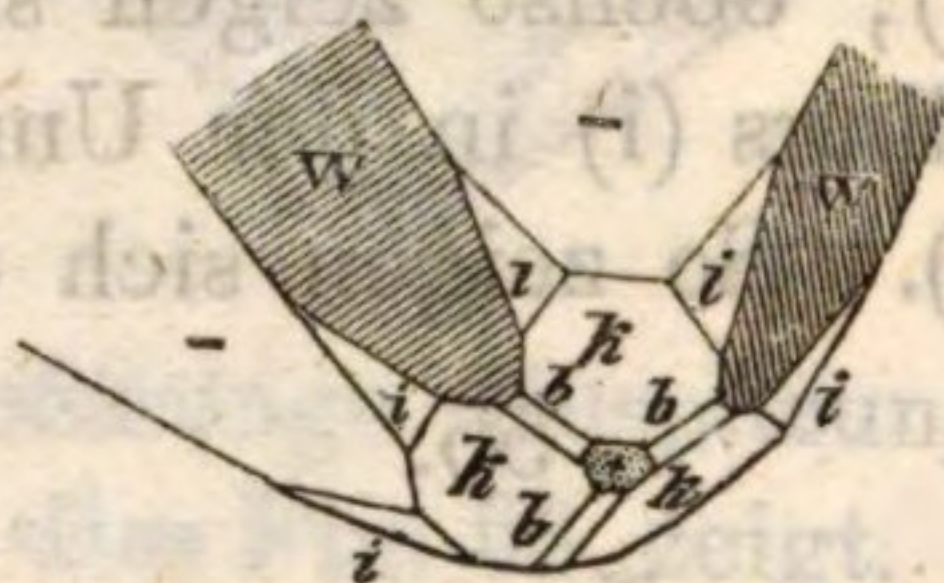
mässig vorwalten; so ferner in Fig. 57, wo die Knöchlings-

57.



flächen vorwalten; so endlich in Fig. 58, welche die untere

58.



vordere Ecke eines vorherrschend rechtstimpligen Krystalls (vergleiche Fig. 43 und 52) darstellt. — Die rechten Kugeltimplingsflächen sind durchaus nicht selten an den Krystallen vom Kalkberge und an denen vom Schildsteine; je nach dem Vorherrschen der einen oder der anderen Flächen ist ihre Gruppierung sehr abweichend, wie solches durch die obigen Beispiele genügend angedeutet wird.

Es ward oben der eigenthümlichen Mattigkeit der Knöchlingsflächen gedacht. Diese rührt vorherrschend von

einer in der inneren Organisation der Borazitkrystalle vorhandenen Anlage zur Ausbildung der Flächen des rechten Kugeltimplings her. Es sind nämlich die Knöchlingsflächen parallel den Kombinationskanten, welche sie mit den Flächen des rechten Kugeltimplings (i) bilden (oder wenigstens bilden würden, wenn diese Flächen vorhanden wären, was äusserlich aber durchaus nicht immer der Fall ist), äusserst fein gereift. Da jede Knöchlingsfläche, wie dies Fig. 55 und 56 oben zeigen, mit zweien i-Flächen in Berührung tritt, so kreuzen sich auf derselben schiefwinklig zwei Reifungssysteme und die Reifen erscheinen daher zu äusserst zarten Ecken von rhombischer Form zerschnitten, welche wie eine mikroskopische Mosaik die Knöchlingsflächen komponiren. Die Flächen des rechten Kugeltimplings sind stets besonders glatt und glänzend. Man könnte erwarten, dass auch die rechten Timplingsflächen(—) eine Spur von Reifungen parallel den Kombinationskanten mit den i-Flächen besässen, allein es war mir unmöglich, mich von dem Vorhandensein solcher auch mit Hülfe guter Vergrösserung zu überzeugen. Doch ist nicht zu leugnen, dass die Beschaffenheit der rechten Timplingsflächen nicht jene Vollkommenheit besitzt, wie die der linken Höckertimplings- und der rechten Kugeltimplingsflächen*). — Auf den Knöchlingsflächen habe ich sogar in einigen Fällen ausser den obigen zwei Reifungssystemen noch zwei andere, jene durchkreuzende Reifungssysteme zu erkennen geglaubt, welche letztere den Kombinationskanten dieser Flächen mit den linken Höckertimplingsflächen entsprechen.

Nach allen besprochenen Reifungsverhältnissen stellt es sich heraus, dass die Flächen des linken Höckertimplings und des rechten Kugeltimplings gleichsam den inneren Organismus der Borazitkrystalle beherrschen. Dieses Ergebniss ist aber gewiss höchst merkwürdig; denn die Höckertimplings- und noch mehr die Kugeltimplingsflächen treten äusserlich an den Bora-

*) Dass in Säuren die rechten Timplingsflächen stärker angegriffen werden, als die Kugeltimplings- und Höckertimplingsflächen ist Seite 83 angeführt worden.

zitkrystallen nie anders, als völlig untergeordnet, auf; nie bilden sie den Charakter der äusseren Form.

Bemerkenswerth ist noch, dass von den Kugeltimplingsflächen mitunter auch nur die Hälfte, also der vierte Theil der Kuglingsflächen in einer regelmässigen Weise ausgebildet vorkommt; ja bisweilen zeigen sich in auffallender Regelmässigkeit nur zwei von den 48 Kuglingsflächen an zweien entgegengesetzten Ecken und in genau entgegengesetzter Lage. Diesen letzteren Fall beobachtete ich mehrfach an Krystallen vom Kalkberge, welche im Übrigen die Form der Fig. 42 (Seite 98) besaßen.

Dritter Abschnitt.

Systematik.

Die Krystallisation ist der Lebensprozess der Individuen des dritten Naturreiches. Ein Geschöpf welches, wie ein Krystall, durch und durch in allen seinen Theilen aus einem gleichartigen Stoffe*) besteht, ist keiner weiteren Lebensäusserungen fähig, als derjenigen, welche in der, unmittelbar aus der Einigung des Stoffes selbst hervorgehenden, Gestaltung**), in der

*) Ob dieser Stoff für unsere jetzige Chemie als ein „Element“ erscheine oder ob derselbe in ungleichartige „Elemente“ zerlegbar sei, das ist hier gleichgültig. Jedes „Atom“ eines Borazitkrystalles ist doch immer Borazitsubstanz — $Mg\ Bo^2$. — Der wesentliche Unterschied zwischen den Krystallen (welche allein den Gegenstand einer mit der Zoologie und Botanik vergleichbaren Mineralogie oder richtiger Krystallologie bilden) einerseits und den Pflanzen und Thieren andererseits beruht aber darin, dass die ersteren durch und durch, in allen Theilen aus einem einigen Stoffe bestehen — weshalb ich sie stoffeinige Naturkörper nenne — während wir uns von den Pflanzen und Thieren nicht einmal das elementarste Organ, die mikroskopische Zelle denken können ohne Ungleichartigkeit des Stoffes von Zellmembranen, Zellensaft und sonstigem Zelleninhalte.

**) Die Gestaltung ist keineswegs nothwendig eine äusserliche, sondern, wo letztere behindert wird, da genügt allein die innere Gestaltung, das Gefüge, die Textur, gleichsam die innere Organisation der Krystalle, welche selbst bei dem mikroskopischen Stäubchen noch

Krystallisation beruht. Diesen Lehrsatz muss man im Auge behalten, um die Einheiten verschiedener Ordnung für die Systematik der „unorganisirten“ Naturkörper richtig bestimmen zu können.

Was würde wohl ein Zoologe sagen, wenn man Hirsch und Reh und alle ihre verwandten Geweihträger, vom Elenn bis zum Moschusböckchen, für verschiedene Varietäten einer Art oder Spezies erklären wollte? — wie würde der Botaniker sich entsetzen, wenn man Schilfrohr und Honiggras und alle verwandten Halmgewächse, vom Bambus bis zur Quegge, als Varietäten der „Spezies: Gras“ hinstellte! — Und doch ist die Mineralogie bis heutigen Tag noch immer so zu Werke gegangen. Niemand wird verkennen, dass alle Geweihträger einen gemeinsamen Formencharakter besitzen; aber wir wissen, dass des Hirsches Nachkommen Hirsche und stets nur Hirsche sein werden, wie seine Vorfahren Hirsche waren, und wir rechnen nach Cuvier zu einer Art oder Spezies nur solche Thiere, welche aller Erfahrung nach von gemeinsamen Voreltern abstammen können. Die Fortpflanzung ist der sichere Beweis des gleichartigen Lebensprozesses, auf welchem das Wesen dieser Thiere beruht, welches sich äusserlich vornehmlichst in der besonderen Gestalterscheinung (Spezies) kundgiebt. Ebenso rechnen wir bei den Pflanzen zu einer Art oder Spezies nur solche Individuen, welche aus dem Samen einer gemeinsamen Mutterpflanze entstanden sind oder, aller Erfahrung nach, entstanden sein könnten. Es ist wiederum der gleichartige Lebensprozess, welcher die Individuen einer Art verbindet und der äusserliche Ausdruck dieser Gleichartigkeit des Lebensprozesses ist wieder die gleiche Formbildung.

durch die Einwirkung auf das Licht sich kundgiebt. Der Marmor, der Alabaster und der dichte Gyps gehören als solche nicht in die Krystallologie; aber jedes Körnchen derselben, sei es dem blossen Auge oder dem bewaffneten Auge erkennbar, oder verrathe es selbst unter dem Mikroskope nur durch die Polarisation des Lichtes sein Gefüge — jedes ist ein Krystallindividuum. Die „unorganischen“ Individuen sind eben so weitaus ihrer Überzahl nach mikroskopisch klein, wie die organischen!

Bei den Mineralien hat man Jahrhunderte hindurch die Gestaltungen ganz übersehen; erst seit De Romé de l'Isle studirt man die Formen der Krystalle; erst durch Haüy ist eine wahre Erkennung derselben möglich geworden, gleichsam erst der Sinn selber geschaffen, um dieselben zu beobachten. So kam es, dass man die Mineralien von jeher wissenschaftlich nur nach der Substanz sonderte, aus welcher sie bestehen, unbekümmert um die Form. Was wesentlich gleiche Substanz besass, ward als die niedrigste Einheit im Mineralreiche zusammengefasst. Eine Vergleichung des Mineralreiches mit dem Pflanzen- und Thierreiche hielt man für unausführbar, da man glaubte, dass „Individuen“ im Mineralreiche gänzlich fehlten. Die Einheit der Substanz verglich man indessen doch zunächst mit der Einheit der Art oder Spezies im Pflanzen- und Thierreiche. So ward jeder „unorganische“ Naturkörper, welcher aus Kalkerdekarbonat (kohlensaurer Kalkerde) besteht, zu der „Spezies“ Kalk gerechnet und man unterschied nun die mehr oder weniger vollkommen äusserlich ausgebildeten Individuen und Stücke mit deutlichem Krystallgefüge als späthige Varietät, den Marmor als körnige, den mikroskopisch feinkörnigen Kalkstein als dichte Varietät u. s. w. — ja auch die, grossentheils aus mikroskopischen Thiergehäuschen bestehende, Kreide ward als eine Varietät dieser Mineralspezies aufgeführt. Andererseits machte man selbst aus Gemengen mehrerer verschiedener Mineralsubstanzen (wie z. B. aus dem Gemenge von Augit und Zeolith u. s. w., welches man Basalt nennt), wenn die einzelnen Gemengtheile dem Auge nicht wahrnehmbar waren, eine Mineralspezies. Heutigen Tages ist der Basalt freilich aus den Mineralsystemen verschwunden, aber die nicht minder gemengten Thone und die unreinen Kalksteine und Mergel werden noch als Spezies oder als Varietäten von solchen aufgeführt, ja, Torf, Braunkohle, Schwarzkohle, diese Vermoderungsprodukte von vegetabilischen Anhäufungen neueren oder älteren Ursprungs, welche man früher eben auch für Erzeugnisse des Steinreiches hielt, das aus sol-

chen Moderlagern herstammende, oft noch am Holze hangende Harzgemenge, welches man Bernstein nennt und welches häufig verschwemmt im Sande gefunden wird, und viele andere ähnliche Produkte stehen noch heutigen Tages in den Mineralsystemen als Mineralspezien, auf gleicher Stufe mit Bergkrystallen, Kalkspathen, Feldspathen u. s. w. Dieser Mangel an Unterscheidung, diese Unklarheit in den Prinzipien wäre eine Schmach für unser Jahrhundert, wenn nicht die Geschichte der Wissenschaft den jetzigen Zustand erklärbar machte und einigermaßen entschuldigte.

Nur die stoffeinig-individualisirten Naturkörper, nur die Krystalle, so kolossal oder so mikropolariskopisch dieselben ausgebildet sein mögen, gehören in das dritte Reich individualisirter Naturkörper. Man muss die Betrachtung der Massen, welche als solche keiner Individualisation fähig sind, denen die Eigenschaft selbstständiger Gestaltung mangelt, wohl unterscheiden und sondern von der Betrachtung der Individuen, welche, seien es Krystalle, oder Pflanzen, oder Thiere, aus den Stoffen dieser Massen erzeugt sind. Fleisch und Gebeine eines todten Thieres sind nicht mehr ein Thier, die chemischen Prozesse, welche in dieser abgelegten Lebensform vor sich gehen, haben nichts mehr zu thun mit den Lebensprozessen des Thieres, dem dieser Leib angehörte. Das fossile Holz eines Kohlenlagers, wie erkennbar auch immer es seiner Herkunft nach sein möge, ist nicht mehr eine Pflanze. Aber gewiss eben so wenig sind solche thierische und pflanzliche Überreste nun Angehörige des dritten Naturreiches. Thiere und Pflanzen müssen wieder zu „Erde“ werden — ihre Stoffe kehren zu dem Massenvorrathe der Mutter Erde zurück. Ebenso auch die Krystalle, aus deren zu Staub zerfallenen Leibern der Boden besteht, den unser Pflug durchschneidet. Aus diesem Massenvorrathe der Erde entnehmen alle drei „Naturreiche“ die Stoffe zur Bildung immer neuer Individuen — die Thiere und Pflanzen nicht minder, als die Krystalle.

Beschränken wir so das dritte Naturreich auf die individualisirten stoffeinigen Naturkörper — und eine solche Beschränkung muss fruchtbar sein, weil sie eine Läuterung der Begriffe bedingt — sehen wir nun die Möglichkeit, ja die Nothwendigkeit, dieses dritte Naturreich, das Krystallreich, dem Thier- und Pflanzenreiche zu parallelisiren, so fragen wir nun zunächst nach dem Begriffe der Art, der Spezies in diesem Reiche, so wie nach den höheren Ordnungen systematischer Einheiten.

Haüy zeigte, dass die, ob auch noch so grosse, Mannigfaltigkeit der Krystallformen, welche einer jeden Mineralsubstanz eigen seien, in einem innigen Zusammenhange stehe. Die Formen der Krystalle sind geometrisch bestimmbare Polyeder (d. h. vielflächige Körper) und alle die verschiedenen Krystalle, welche aus einer gewissen Substanz entstehen können, lassen sich geometrisch auseinander konstruiren und berechnen, ja in allen herrscht ein gewisses Grundverhältniss, in allen ein übereinstimmendes Gefüge. So kennen wir von Krystallen, welche aus Kalkerdekarbonat, zum Theil auch Eisenoxydul-, Manganoxydul-, Magnesia-, und mehreren anderen Karbonaten bestehen, fast anderthalbhundert einfache Gestalten, welche theils selbstständig für sich, theils aber zu den mannigfaltigsten Kombinationsformen vereinigt, nahe an tausend verschiedene Krystallisationen bilden. Alle anderen Mineralsubstanzen sind viel ärmer, allein den meisten ist doch eine ziemliche Anzahl verschiedener Krystallisationen möglich, wie z. B. auch dem Borazit. Alle jene tausend Kalkspathkrystallisationen besitzen aber wesentlich das nämliche innere Gefüge, alle lassen sich z. B. nach gewissen Richtungen zerspalten und ergeben durch diese Spaltbarkeitsrichtungen wesentlich die nämliche Grundgestalt, aus deren Verhältnissen man alle anderen Gestalten berechnen kann, alle wirken wesentlich übereinstimmend auf das Licht u. s. w. Es sind nur äusserst geringe Unterschiede in diesen gemeinsamen Eigenschaften, äusserst geringe Unterschiede in der Dichtigkeit (dem spezifischen Gewichte) u. s. w., welche, nur für die genauesten Untersuchungen

wahrnehmbar, diese verschiedenen Krystallisationen auch innerlich unterscheiden. Diese Verhältnisse erinnern ganz an die Gemeinsamkeit des Grundtypus der äusseren Gestalten sowohl, wie der inneren Organisation bei den verschiedenen Thieren der Hirschfamilie (*Cervina*), bei den verschiedenen Pflanzen der Grasfamilie (*Gramineae*) in den oben benutzten Beispielen. Wir werden also alle Krystallisationen des Kalkerdekarbonates (nebst den mineralogisch verwandten Eisenoxydul-, Manganoxydul-, Magnesia- u. a. Karbonaten) als eine Krystallisationsfamilie zu betrachten haben. Es ist die Familie der Karbonspathe. Die Hirschfamilie, die Grasfamilie sondern sich naturgemäss — immerhin mit ziemlichem Spielraum für verschiedene Ansichten — in mehrere Geschlechter oder Genera. Ebenso sondert sich naturgemäss die Familie der Karbonspathe, je nach der vorwaltenden Erd- oder Oxydulsubstanz, in mehrere Geschlechter, das Geschlecht der Eisenspathe, der Manganspathe, der Magnesitspathe, Kalkspathe u. s. w. Jeder aufmerksame Mineraloge weiss, dass gewisse Kalkspathkrystallisationen nur auf Erzadern, gewisse andere nur in Eisensteinlagern, andere nur in Drusen von dieser oder jener Felsart angetroffen werden; man kann an der Krystallisation die Herkunft erkennen. Ebenso bei anderen Spathgeschlechtern. Es rührt dies daher, dass in gewissen Gesteinsmassen, unter gewissen Verhältnissen, in gewisser Gesellschaft anderer Mineralien aus einer Substanz immer nur gewisse und bestimmte Krystallisationen sich bilden, d. h. mit anderen Worten, dass unter verschiedenen Bedingungen ein verschiedener Individualisationsprozess, ein verschiedener Lebensprozess sich dieser Substanz bemächtigt. Die Körper aber, welche durch einen und denselben (identischen) Individualisations- und Lebensprozess erzeugt sind, gehören, wie wir gesehen haben, zu einer Art oder Spezies, solche, welche durch verschiedene Lebensprozesse erzeugt sind, zu verschiedenen Arten oder Spezies. Somit gehören zu einer Krystallspezies alle diejenigen Krystallindividuen einer Substanz, welche unter wesentlich

gleichen Bedingungen erzeugt, durch einen identischen Individualisationsprozess gestaltet sind *).

Wir werden diese Grundsätze nunmehr auf die Borazitkrystalle speziell anwenden.

Die Familie, zu welcher der Borazit gehört, und welche ich als die Familie der Borspathe bezeichnen möchte, ist, nach unserer bisherigen Kenntniss, sehr klein. Erst in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts entdeckte Gustav Rose **) an rothen Turmalinkrystallen von Sarapulsk in Sibirien in der königlichen Mineraliensammlung zu Berlin Krystalle eines neuen Geschlechtes dieser Familie, welches derselbe mit dem Namen Rhodizit belegte. Die Krystalle, pyroelektrisch, wie die Borazitkrystalle, höch-

*) Professor Weiss in Berlin scheint zuerst hervorgehoben zu haben, „dass das, was man in der Mineralogie die Spezies zu nennen pflege, am meisten dem entspreche, was in der Botanik und Zoologie das Genus genannt werde, dass also der botanischen und zoologischen Spezies in der Mineralogie die Krystallformen, wie sie Häüy mit besonderen Namen zu belegen angefangen, entsprechen müssen.“ — Mohs „in seinem Systeme der Mineralogie festgerannt“, wollte lieber die Botanik und Zoologie reformiren und in diesen Gebieten, der Konsequenz wegen, das zur Spezies machen, was man als das Genus betrachtet. Man vergleiche hierüber die trefflichen Bemerkungen meines hiesigen Vorgängers, des Professors Julius Fröbel, „Grundzüge eines Systems der Krystallologie oder der Naturgeschichte der unorganischen Individuen.“ Leipzig 1847, pag. 32 ff. — Es wären diese Verhältnisse wohl früher erkannt worden, wenn nicht die Regelmässigkeit des Auftretens gewisser Krystallspezies unter gewissen übereinstimmenden Verhältnissen scheinbar sehr vielen Ausnahmen unterworfen wäre. Diese Ausnahmen beruhen aber, was ich natürlich hier nicht speziell nachweisen darf, auf Veränderungen, welche nach der Bildung der betreffenden Krystalle mit der Umgebung derselben, oft mit der ganzen Lagerstätte vorgegangen sind. Ich erinnere hier nur an das Vorkommen des, stets im Eisenspathe und Ankerite gebildeten Sagenit-Rutiles, in Quarz und in Felsit- und Chloritgesteinen. Hier ist stets der Quarz, der Felsit und der Chlorit nach der Sagenitbildung an die Stelle des Eisenspathes oder Ankerites getreten und weit entfernt, dass man behaupten dürfte, die Sagenitspezies bilde sich eben so gut in diesen Gesteinen, wie in jenen, ist vielmehr das Auftreten des Sagenites stets ein Beweis für das frühere Vorhandensein des Eisenspathes oder Ankerites!

**) Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. Bd. 1, pag. 466.

stens eine Linie gross und im Ansehen, der Beschreibung nach, fast vollkommen mit den klareren, weisslichen Borazitkrystalchen vom Lüneburger Schildsteine übereinstimmend, sind Timplinge (Tetraeder) mit dreiflächig durch die Flächen des Knöchlings (Rhombendodekaeders) zugespitzten Ecken. Sie bestehen, soweit sie bis jetzt untersucht werden konnten, nur aus Borsäure und Kalkerde (vielleicht auch Lithion, da sie, vor dem Löthrohre geglüht, die Flamme roth färben, wonach der Name gegeben ist — rhodizein, d. h. der Rose gleichen).

Genus 1. Rhodicitcs, Rhodizit.

Vermuthlich $\text{Ca B} \ddot{\text{o}}^2$, zweifach-borsaure Kalkerde.

Es ist nur diese eine Spezies des Rhodizitgeschlechtes beobachtet, welchem ich wohl passend zu Ehren des um die Mineralogie so hochverdienten Entdeckers den Namen

Spec. 1. Rhodicitcs Roseus, Rosen-Rhodizit beilegen darf.

Das andere Geschlecht der Borspathe bildet nun die Borazite von Lüneburg, Segeberg und Stassfurth.

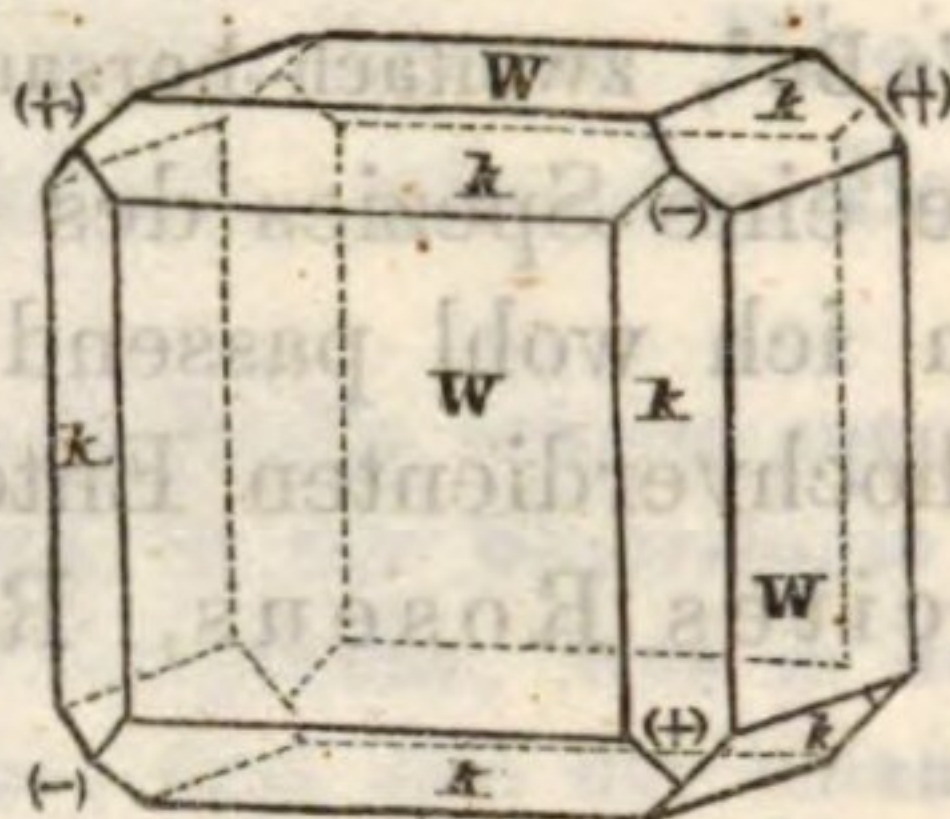
Genus 2. Borazites, Borazit.

$\text{Mg B} \ddot{\text{o}}^2$, zweifach borsaure Magnesia.

Es verdient beachtet zu werden, dass die einfachen Gestalten (Seite 91 bis 92), welche bis jetzt an Borazitkrystallen beobachtet worden sind, sich in zwei Gruppen scheiden lassen, nämlich in solche, von welchen die Halbzahl der Flächen hinreicht, um selbstständig eine regelmässige Krystallform zu umgrenzen, und in solche, von welchen eine derartige Halbform nicht möglich ist. Vom Ecklinge sind zwei Hälblinge möglich, der rechte und der linke Timpling (— und +); vom Bucklinge ebenso der rechte und der linke Höckertimpling, von welchen nur der letztere (b) vorkommt; vom Kuglinge ebenso der rechte und der linke Kugeltimpling, von welchen nur der erstere (i) vorkommt. Dagegen ist ein Hälbling vom Würflinge unmöglich, weil überhaupt nur drei Flächen keine geschlossene Form bilden können, ausserdem aber eine Vertheilung der Würflingsflächen nach den Polen der Eckenaxen undenkbar ist, da jede Würflings-

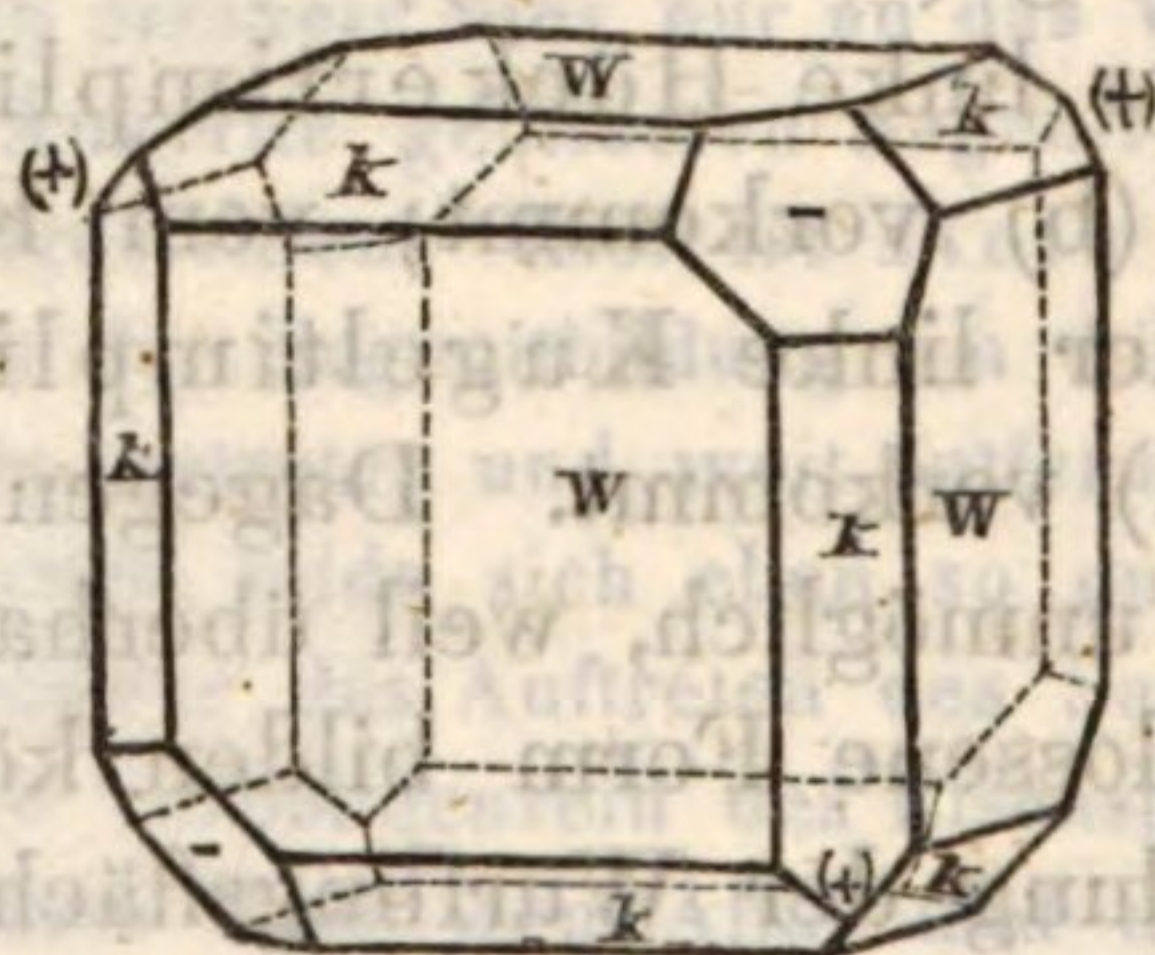
fläche vier solcher Pole, also jedenfalls zwei positive und zwei negative, berührt; sollte sie an den positiven Polen fehlen, so müsste sie doch an den negativen da sein und umgekehrt. Ebenso kann ein Hälbling des Knöchlings nicht gedacht werden: seine 12 Flächen bilden miteinander Kanten von 120° ; sechs Flächen in solcher Lage können aber keine geschlossene Krystallform bilden, auch berührt jede Knöchlingsfläche einen positiven und einen negativen Pol der Eckenaxen des Würfels (vergleiche Fig 59) und kann somit keine derselben polarisch fehlen.

59.

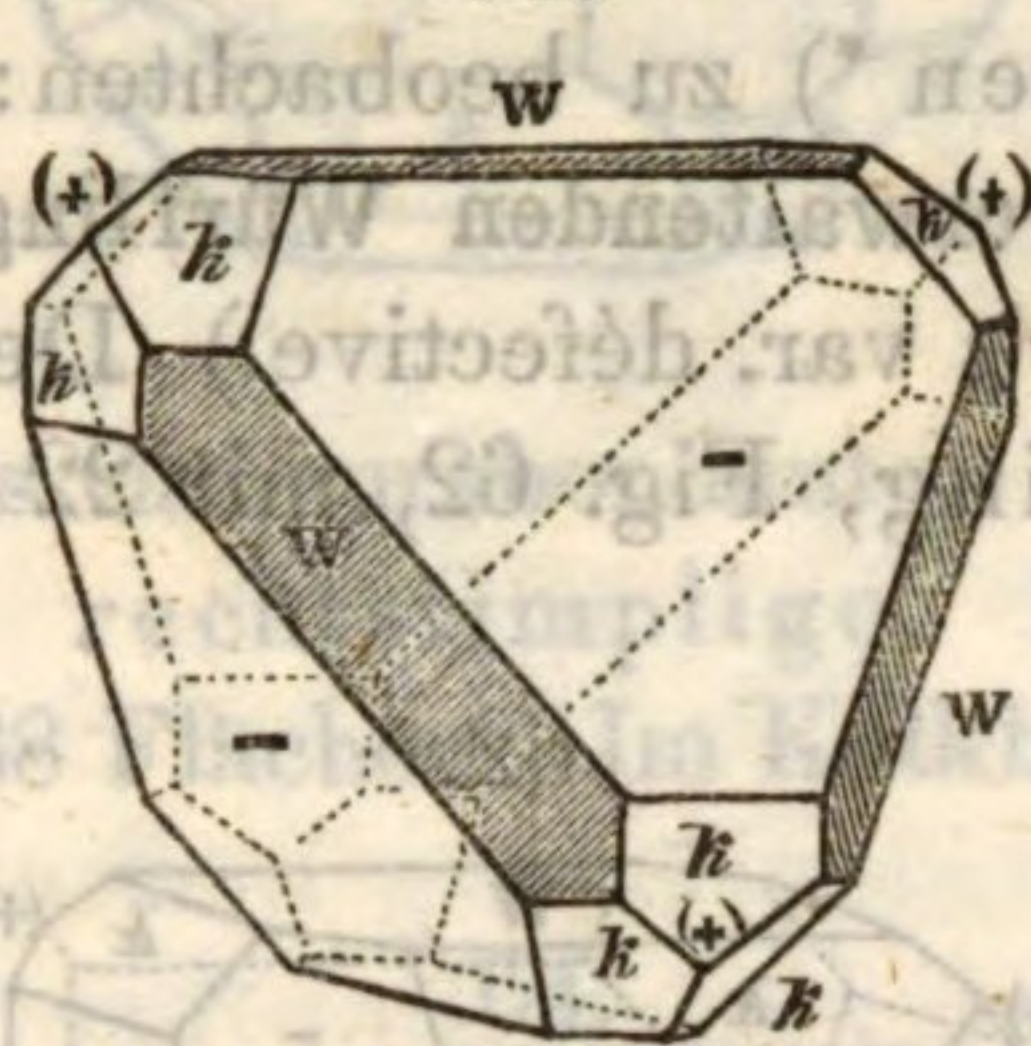


Es ist gleichwohl kein Zweifel, dass auch der Würfling und der Knöchling in hälblingischen Krystallisationen, wie die des Borazites, eine hälblingische Bedeutung haben, die sich in den verschiedenen Elektrizitäten der verschiedenen (positiven oder negativen) Ecken genäherten Regionen ihrer Flächen kundgeben. Ausserdem bringt die Kombination mit den Hälblingsformen selbst es mit sich, dass von den Würflings- und Knöchlingsflächen gewisse Theile geradezu mangeln, so dass sie eben dadurch, nicht der Zahl nach, sondern ihrer Ausdehnung nach mehr oder weniger halbirt werden. So ist z. B. in Fig. 60 unver-

60.



kennbar, dass die Knöchlingsflächen (k) an den positiven Polen (+) vollständig ausgebildet, an den negativen Polen dagegen durch die Flächen des rechten Timplings (—) gleichsam abgeschnitten sind. In noch viel höherem Grade zeigt sich diese Erscheinung in Fig. 61, wo die Flächen



des Knöchlings (k) zwar alle zwölf vorhanden, aber durch die starke Ausbildung der Flächen des rechten Timplings (—) mehr als halbirt und ganz auf die vier positiven Ecken (+) zurückgedrängt sind, an denen sie in Gruppen zu je dreien vereinigt erscheinen. Ebenso sind von den Würflingsflächen (w) nur schmale Leisten übrig, welche diagonal von einer positiven Ecke zur andern verlaufen, während beiderseits die den negativen Polen angenäherten Regionen dieser Flächen durch die starke Ausbildung der — Flächen mangeln. Es wird erst nach der Betrachtung der Elektrizitätsverhältnisse der Borazitkrystalle möglich sein, den Sinn und Werth aller Flächengruppen gegen einander zu stellen.

Sehr bemerkenswerth ist, dass sich unter den erkennbar ausgebildeten Borazitkrystallen zwei verschiedene Spezies mit grosser Bestimmtheit unterscheiden. Bei der einen derselben, welche ich

Spec. 1. Borazites cubus, Würfelborazit*) oder, nach den beiden bekannten Fundorten, Kalkbergs-Borazit nenne, herrschen stets die Flächen der beiden Formen, welche einer halbzahligen Ausbildung nicht

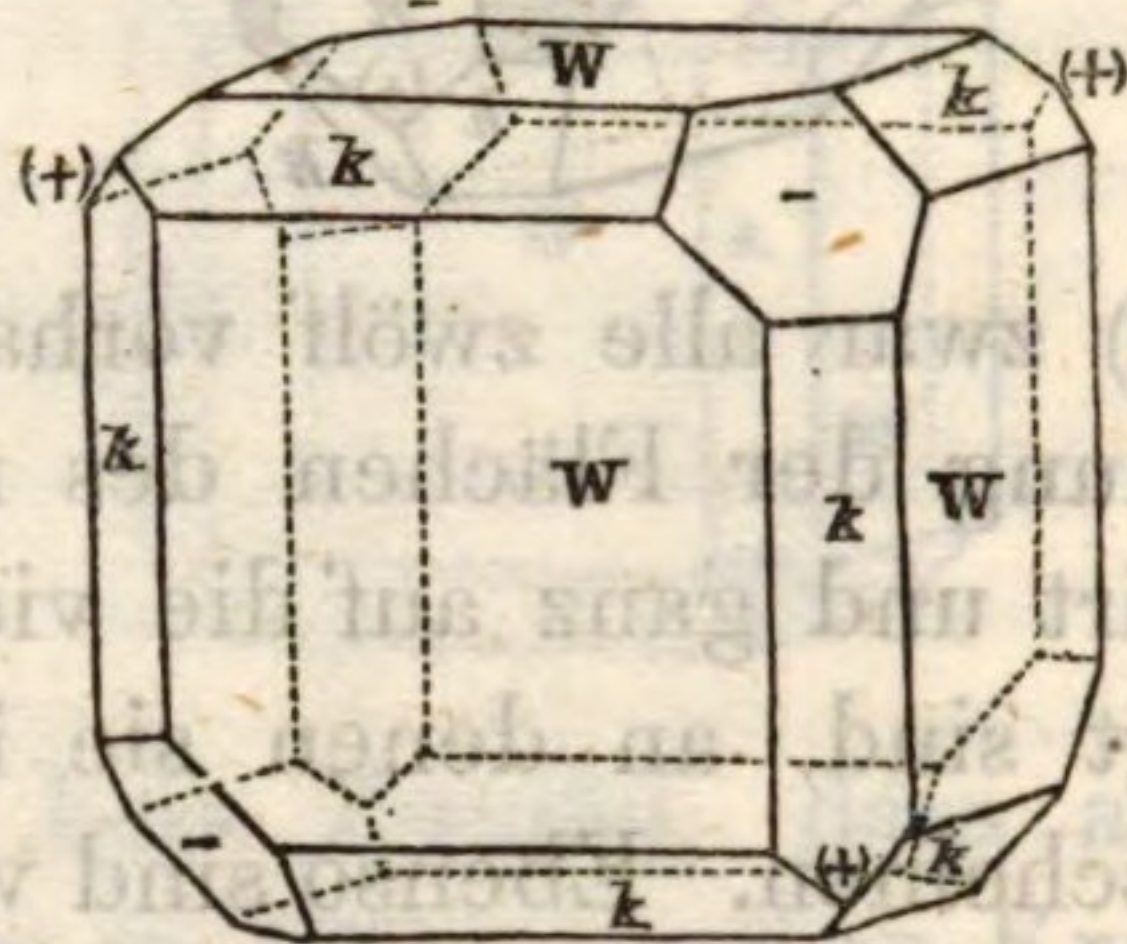
*) Dieser Name mag zugleich an die „Würfelsteine“ des vorigen Jahrhunderts erinnern.

fähig sind, des Würflings und des Knöchlings, von welchen bald der eine, bald der andere überwiegt. Hieher gehören alle Krystalle des Kalkberges zu Lüneburg und des Kalkberges zu Segeberg. Je nach dem Vorherrschen der Würflings- oder der Knöchlingsflächen und dem Hinzutritte der verschiedenen Hälblingsflächen sind folgende Varietäten *) zu beobachten:

a. Mit vorwaltenden Würflingsflächen:

Var. 1. (Haüy's var. *défective*.) Der rechtstimplige, knöchlige Würfling, Fig. 62, mit 22 Flächen. Im Kalk-

62.

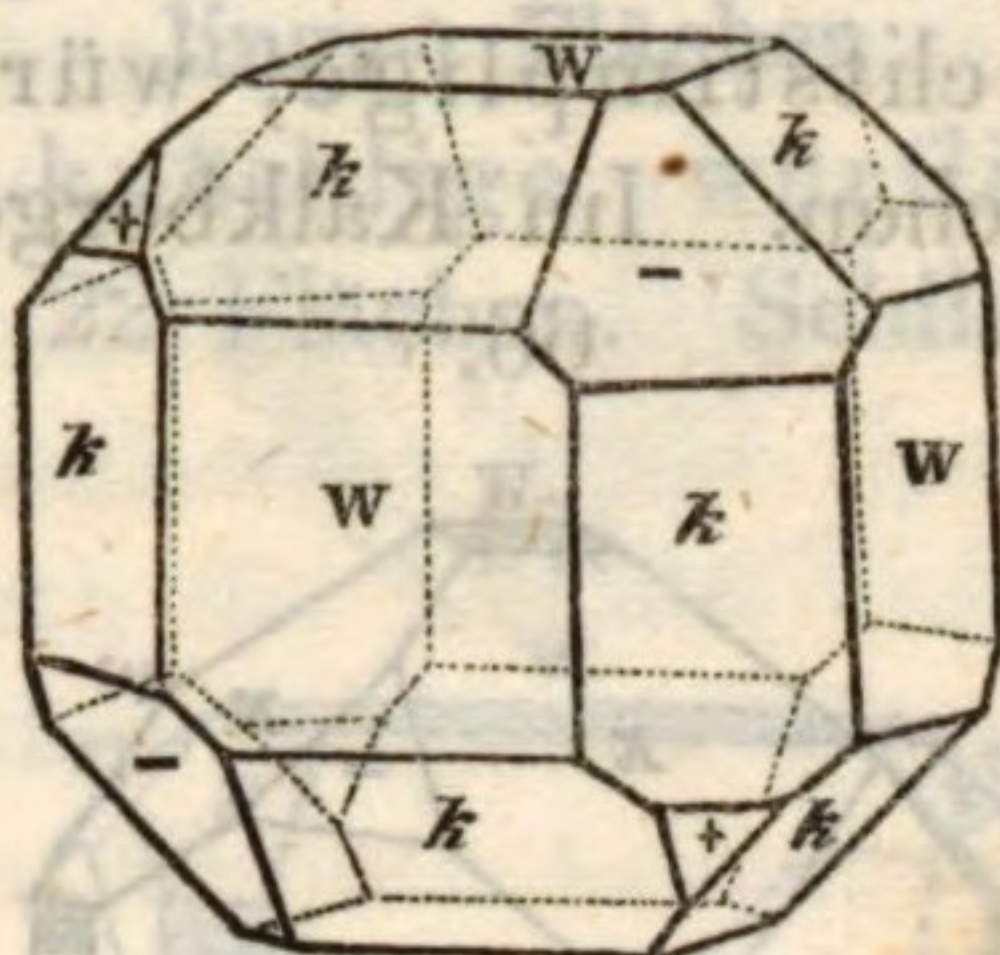


berge zu Lüneburg und zu Segeberg; im letzteren Orte sind die Timplingsflächen mitunter selbst mit der Lupe kaum zu erkennen, so dass die Form der Fig. 59 Seite 116 gleicht; aber auch die Knöchlingsflächen sind hier meistens äusserst schmal, so dass man oft Mühe hat, sich zu überzeugen, dass sie nicht gänzlich fehlen.

Var. 2. Der linkstimplige, rechtstimplige, knöchlige Würfling, Fig. 63, mit 26 Flächen. Im Kalkberge bei Lüneburg.

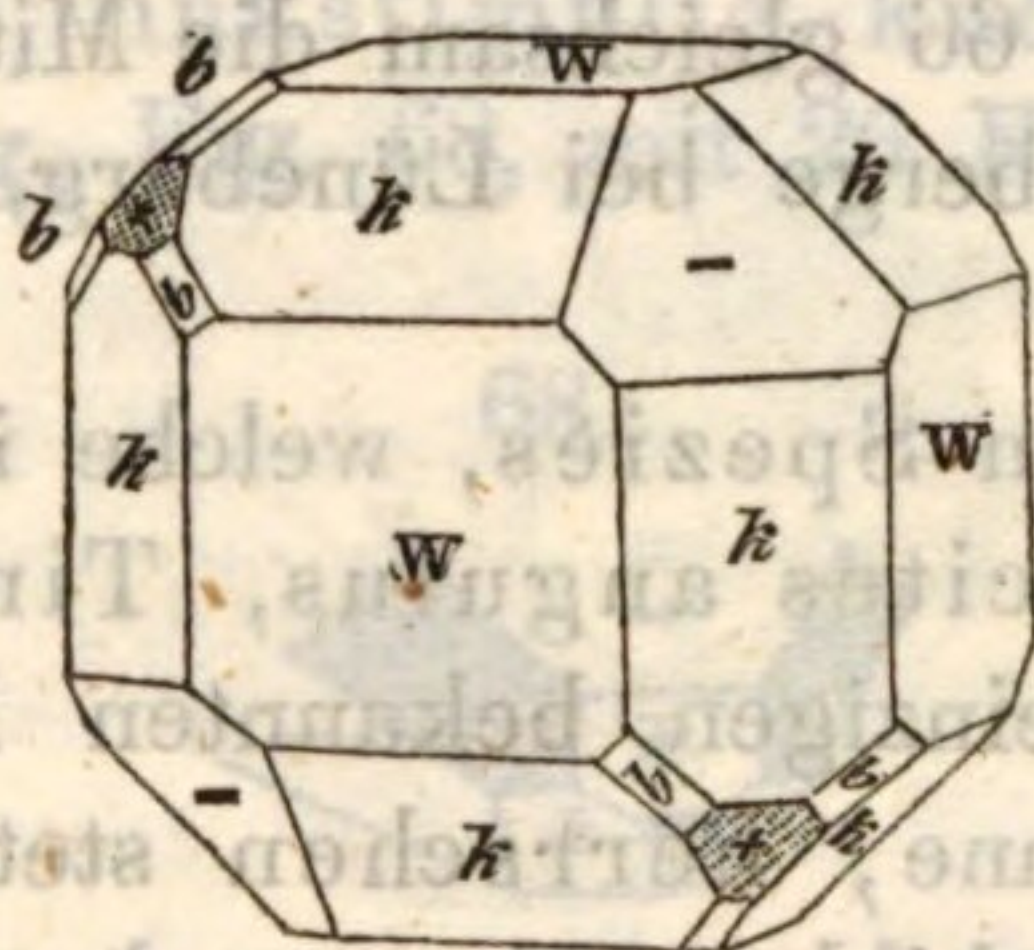
*) Die deutsche Diagnose (nicht Benennung) der Varietäten enthält die Hauptform als Hauptwort, die Nebenformen als Nebenwörter, die aus den Namen der Formen gebildet und leicht zu verstehen sind, und zwar so geordnet, dass, nach dem Geiste unserer Sprache, die untergeordnetste Form zuerst, die nächst der Hauptform am stärksten ausgebildete aber zuletzt genannt wird. Jede untergeordnete Abweichung lässt sich so durch eine Umstellung der Nebenwörter leicht bezeichnen.

63.



Var. 3. (Haüy's var. surabondante). Der linkstimplig-höckertimplige, rechtstimplige, knöchlige Würfling, Fig. 64, mit 38 Flächen. Im Kalkberge bei Lüneburg.

64.



Var. 4. Der linkstimplig-höckertimplige, rechtstimplig-kugeltimplige, knöchlige Würfling, Fig. 65,

65.

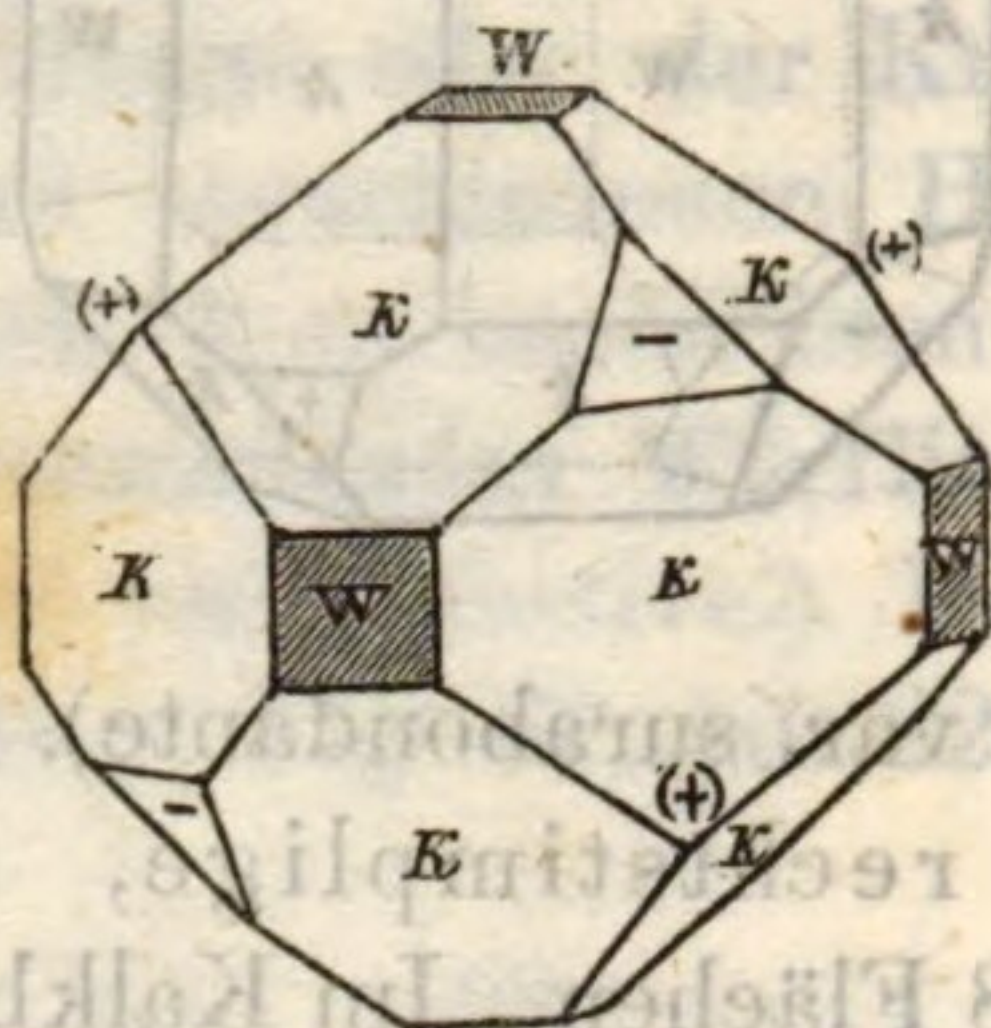


mit 62 Flächen. Im Kalkberge bei Lüneburg.

b. Mit vorwaltenden Knöchlingsflächen:

Var. 5. Der rechtstimplige, würflige Knöchling, Fig. 66, mit 22 Flächen. Im Kalkberge bei Lüneburg.

66.



Var. 6. Der linkstimplig-höckertimplige, würflig-kugeltimplige, rechtstimplige Knöchling, zwischen Fig. 64 und 66 gleichsam die Mitte haltend, mit 62 Flächen. Im Kalkberge bei Lüneburg, in den allergrössten Individuen.

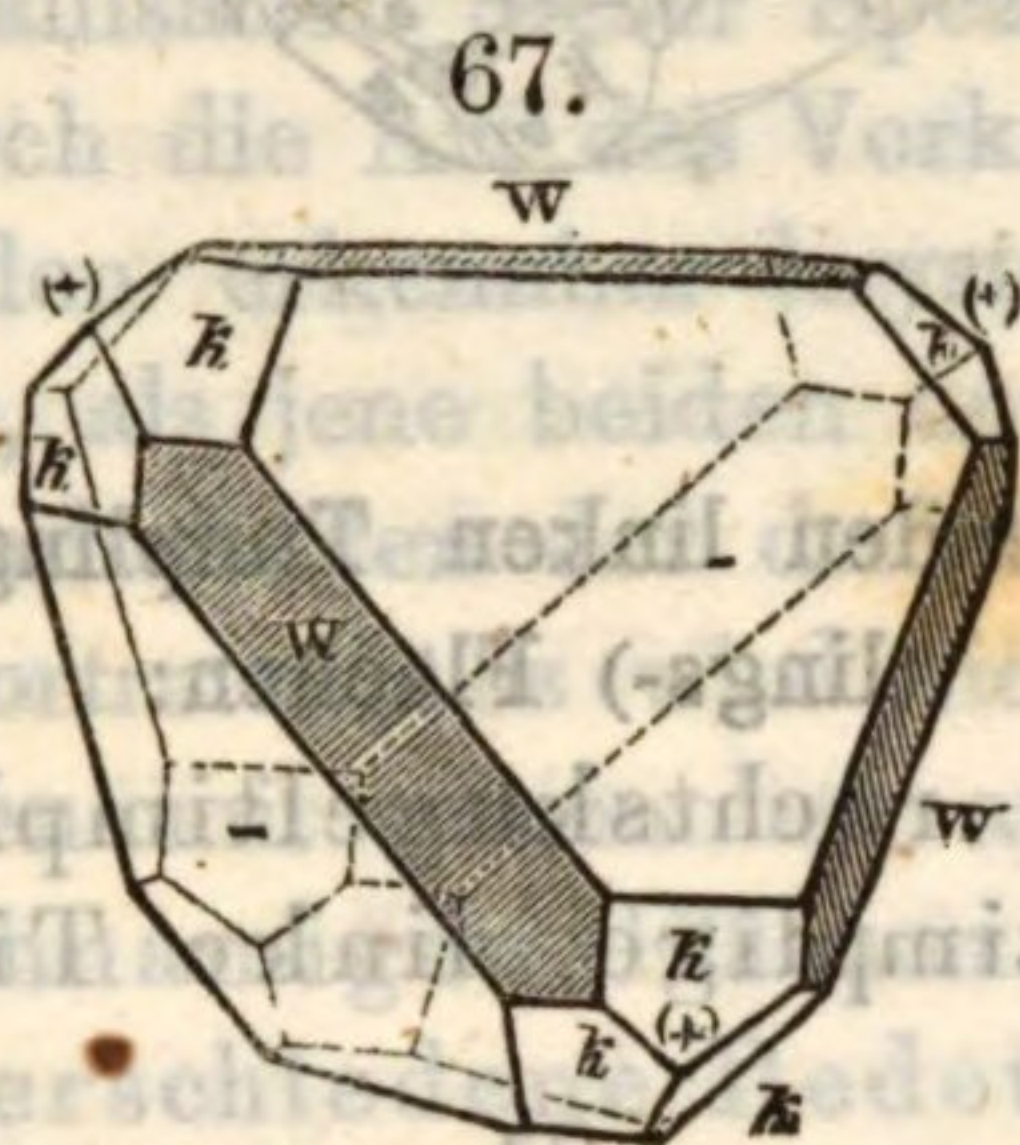
Bei der zweiten Spezies, welche ich

Spec. 2. Boracites angulus, Timpel-Borazit *) oder, nach dem einzigen bekannten Fundorte, Schildstein-Borazit nenne, herrschen stets die Flächen der hälblingisch ausgebildeten Formen, besonders die des rechten (—) und oft auch die des linken (+) Timplings; herrschen erstere, so verwandeln sie die Würflingsflächen zu schmalen diagonalen Leisten auf den Kanten des rechten Timplings und drängen die Knöchlingsflächen ganz auf die + Ecken zurück; herrschen dagegen die letztern, so unterliegen die Würflingsflächen fast gänzlich und die Knöchlingsflächen streiten mit den linken Timplingsflächen um den Charakter der Form. Diese Spezies, welche eben so unverkennbar ist, als die erste, hat sich noch nie im Kalkberge zu Lüneburg, nie im Kalkberge zu Segeberg, sondern einzig im Schildsteine bei Lüneburg gefunden, woselbst sie ausserordentlich häufig ist. Von dieser Spezies unterscheidet man folgende Varietäten.

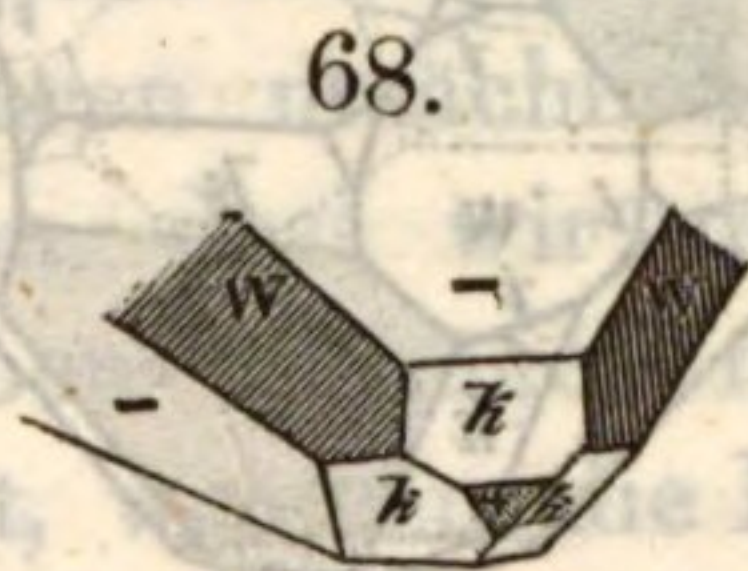
*) Timpel heisst in niederdeutscher Mundart Zipfel, spitze Ecke; ich habe von diesem Worte die Benennung Timpling für das griechische Tetraeder abgeleitet.

a. Mit vorwaltenden rechten Timplings- (und Würflings-) Flächen:

Var. 1. Der knöchlige, würflige (rechte) Timpling, Fig. 67, mit 22 Flächen. Schildstein.

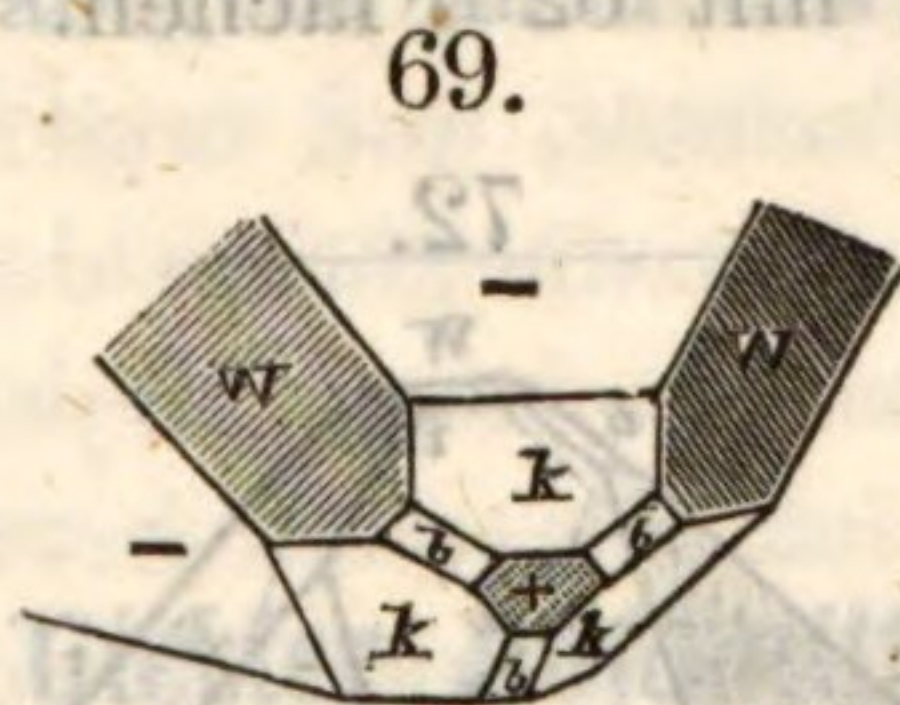


Var. 2. Der linkstimplig-knöchlige, würflige (rechte) Timpling, Fig. 68, mit 26 Flächen. Schildstein.



Die Figur ist mit Fig. 67 zu vergleichen, deren untere vordere Ecke sie darstellt.

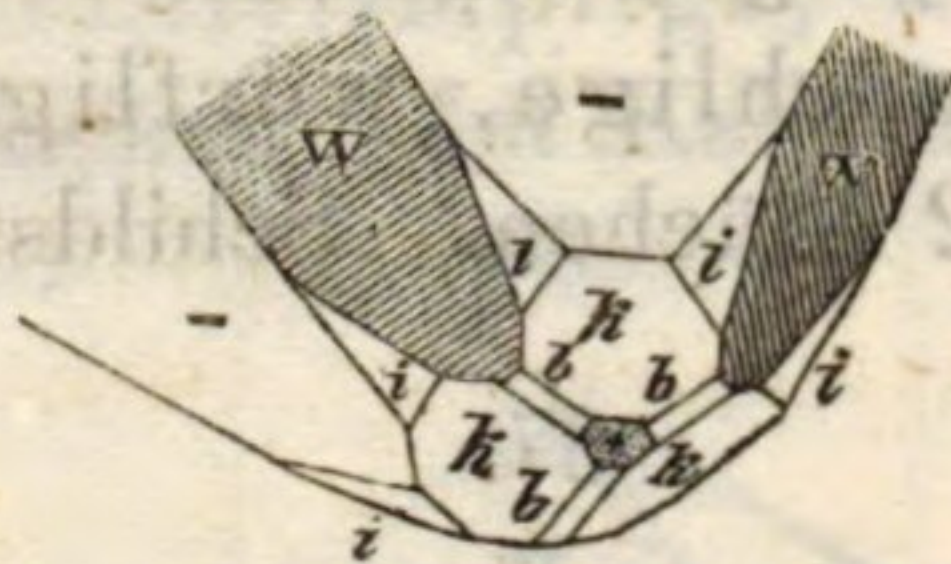
Var. 3. Der linkstimplig-höckertimplig-knöchlige, würflige (rechte) Timpling, Fig. 69, mit 38 Flächen.



Schildstein. Die Figur zu vergleichen wie die vorige.

Var 4. Der linkstimplig-höckertimplig-knöchlige, rechtskugeltimplige, würflige (rechte) Timpling, Fig. 70, mit 62 Flächen. Schildstein. Die Figur zu vergleichen wie die vorige.

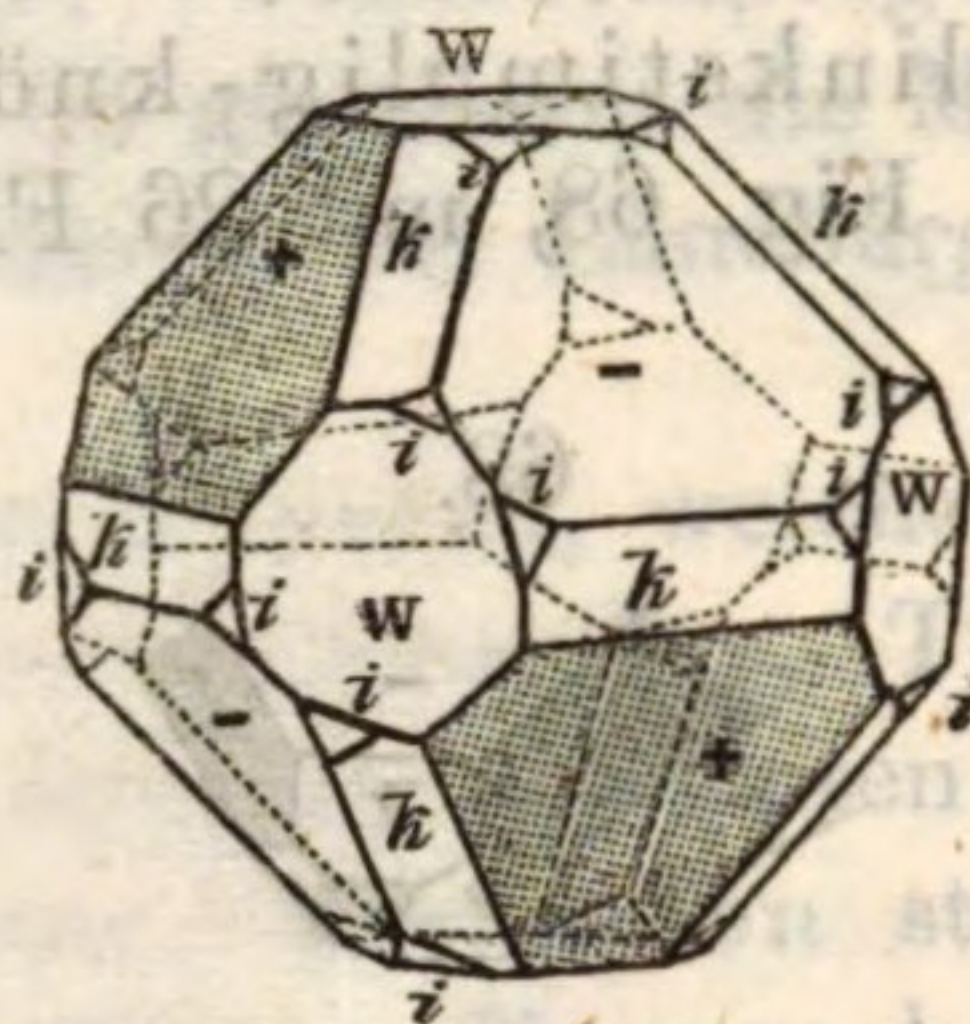
70.



b. Mit vorwaltenden linken Timplings- (und Knöchlings-) Flächen:

Var. 5. Der rechtskugeltimplige, knöchlige, würflige, rechtstimplige, linke Timpling, Fig. 71,

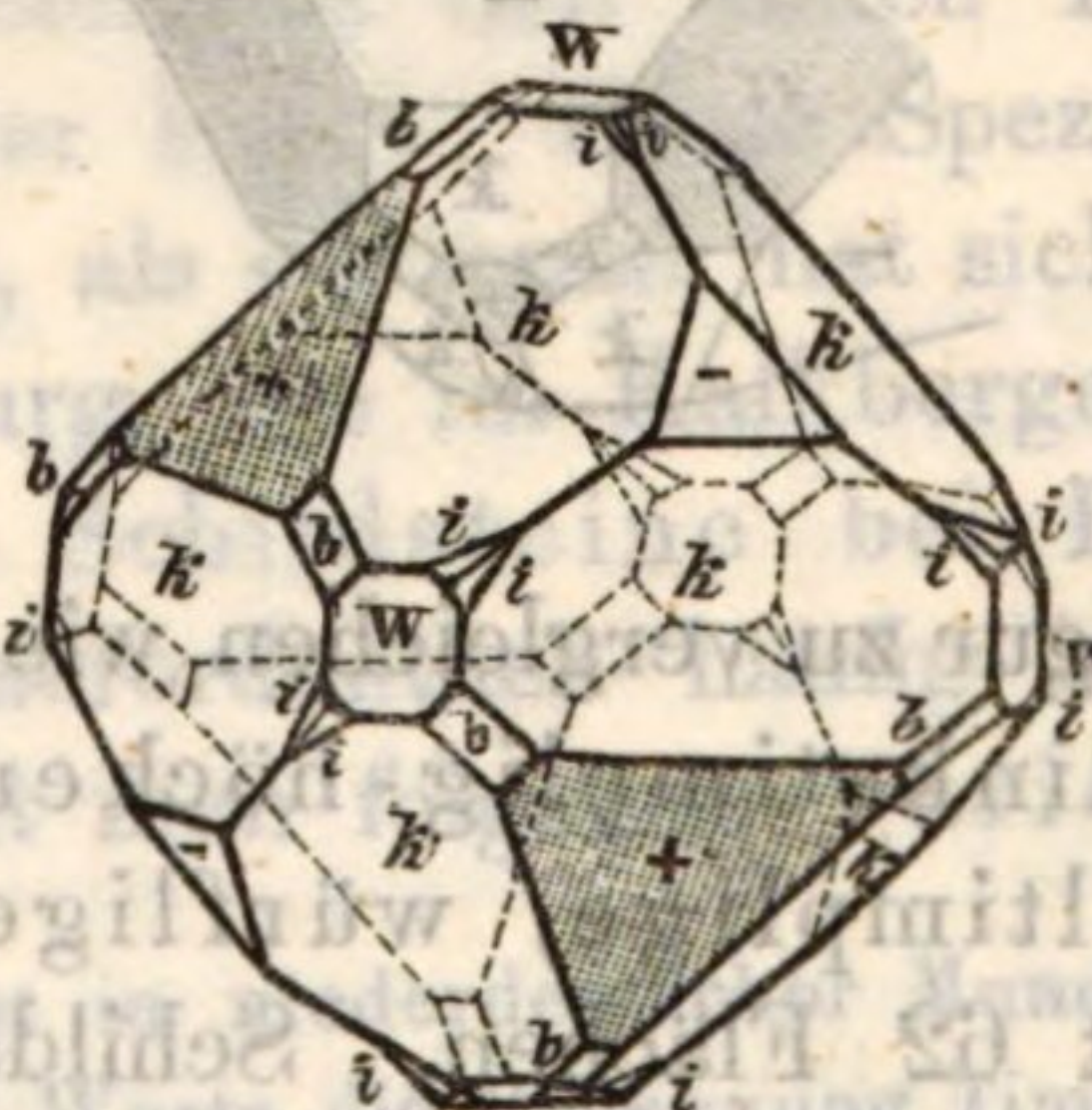
71.



mit 50 Flächen. Schildstein.

Var. 6. Der rechtstimplige, rechtskugeltimplig-linkshöckertimplig-würflige, knöchlige linke Timpling, Fig. 72, mit 62 Flächen. Schildstein.

72.



Als dritte Spezies ist aufzustellen Spec. 3. Borazites cryptocrystallinus, kryptokrystallinischer Borazit der (sogenannte derbe oder dichte) Borazit von Stassfurth. Die Krystallisation dieser Spezies ist nicht zu bestimmen; aber durch die Art des Vorkommens weicht dieselbe von den beiden erkennbar krystallisirten Spezies in höherem Grade ab, als jene beiden unter einander.

Mehrere Besonderheiten der drei Spezies werden erst weiter unten hervortreten; es wird sich zeigen, dass bei den beiden Spezies mit erkennbar ausgebildeten Individuen selbst gleichnamigen Flächen in gewisser Beziehung noch eine verschiedene Bedeutung zukommt.

Die Verschiedenheit der drei Spezies beruht natürlich nicht auf Zufälligkeiten — weil Zufall überhaupt nicht existirt. Allein wir sind noch so weit davon entfernt, die Gesetzmässigkeit, welche in dieser Regel sich ausspricht, begreifen und auf ihren ursächlichen Zusammenhang zurückführen zu können, dass wir uns einstweilen mit der Hervorhebung derselben begnügen müssen. Wie wird das kommende Geschlecht, welchem die Einsicht in diese Dinge geläufig sein wird, über die Armseligkeit unserer heutigen Wissenschaft lächeln! — doch zu bemitleiden wird es uns nicht haben, denn nicht im Wissen liegt der Genuss, sondern im Streben. Das Wissen wird nach tausend Geschlechtern noch nicht ein Fünkchen sein vom Sonnenlichte; das Streben aber ist auch uns vergönnt.

Vierter Abschnitt.

Grösse der Borazitkrystalle. Konzentrische Individuen. Zwillingsbildung. Textur.

Die Grösse der Borazitkrystalle wechselt von einem Durchmesser von $\frac{1}{4}$ Linie bis $\frac{3}{4}$ Zoll. Vom Kalkberge bei Segeberg sah ich selten Krystalle von mehr als $\frac{1}{2}$ Linie

Durchmesser. Die kleinsten im Schildsteine bei Lüneburg gehen kaum bis zu dieser Kleinheit herab, meistens halten sich dieselben zwischen $\frac{3}{4}$ und $1\frac{1}{4}$ Linie; grössere dürften von den dortigen Spezies kaum vorkommen. Im Kalkberge zu Lüneburg sind wohl nie Krystalle von nur $\frac{1}{2}$ Linie Grösse gefunden, meistens sind sie hier über $1\frac{1}{2}$ Linien gross bis zu der beträchtlichsten, oben angegebenen Grösse. — Die Beständigkeit einer gewissen mittleren Grösse bei den Krystallen ist zu evident, als dass man dieselbe übersehen sollte, so wenig wir auch bis jetzt im Stande sind, den Grund zu begreifen, auf welchem diese Gesetzmässigkeit beruht. Aber wie eine jede Thier- und Pflanzenart ihre gewisse mittlere Grösse besitzt, so auch die Spezies der Krystalle, insbesondere aber die Borazitkrystalle. Diese Gesetzmässigkeit tritt noch weit mehr hervor, wenn man noch genauer unterscheidet. Die verschiedenen Varietäten des Würfelborazites im Lüneburger Kalkberge weichen nicht minder unter einander ab, wie auch die erste Varietät dieser Spezies im Segeberger Kalkberge ihre eigenthümliche mittlere Grösse hat. Jede dieser Varietäten haus't aber in verschiedenen und ganz bestimmten Theilen des Berges. Man wird nie Krystalle des Timpelborazites so „riesengross“ finden, als sie vom Würfelborazit vorkommen, zumal von der dritten, vierten, fünften und sechsten Varietät. Im Schildsteine bewohnen die Krystallchen der fünften und sechsten Varietät des Timpelborazites andere Gesteinmassen, als diejenigen der ersten, zweiten, dritten und vierten Varietät, und erstere erreichen in ihrer mittleren Grösse kaum die Hälfte der mittleren Grösse der letzteren. Da oft mehrere Krystalle sehr nahe beisammen liegen, ja sich geradezu berühren, so wird man nicht eine einfache Erschöpfung der disponiblen Substanz zur Erklärung dieser Erscheinung benutzen können, vielmehr deutet dieselbe auf physiologische Verhältnisse hin, um nur geradezu das rechte Wort zu gebrauchen, so sehr sich Mancher darob entsetzen mag. Der hat noch nie Mineralien studirt, welcher nicht die Gesetzmässigkeit solcher bestimmter Grössenverhältnisse bei den Mineralien

beobachtet hätte. — Jene Krystalle, welche Lasius als die Riesen unter den Borazitkrystallen bezeichnete (Fig. 4 Seite 21), werden auch von den ausgezeichnetsten neueren Funden nicht übertroffen. Grade unter den kleinsten vom Schildsteine sind aber die flächenreichsten. Diese winzigen Krystallchen von $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie Grösse besitzen grossentheils zwei und sechzig wohl ausgebildete Flächen, an einer Ecke, dem blossen Auge zum Theil kaum sichtbar, dreizehn Flächen (Fig. 70).

Eine ganz besondere Eigenthümlichkeit zeigen mitunter die grösseren Krystalle vom Kalkberge. Dieselben sind nämlich nicht in einer einzigen Wachstumsperiode bis zu solcher Grösse gelangt, sondern zuerst auf einer mässigeren Grösse, von etwa drei Linien Durchmesser, stehen geblieben und später weiter gewachsen, wobei sich um den zuerst gebildeten Krystall eine Schale von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie Dicke allseitig und in vollkommenster Regelmässigkeit gebildet hat. Ob die „Riesen“ unter den Krystallen stets eine solche Beschaffenheit haben, ist natürlich nicht wohl zu bestimmen, da man, um diesen Ausspruch wagen zu dürfen, ihrer mehr zerschlagen müsste, als sich mit ihrer Seltenheit und unserer Liebhaberei verträgt. Übrigens ist die Erscheinung vielfach beobachtet worden. Schon Westrumb sagt (in der unter 7 angegebenen Schrift): „Ich besitze einige Krystalle, an deren Seiten etwas abgestossen ist, hier kann man deutlich die verschiedenen Lagen erkennen, die das Ganze bildeten. Der innere und entblösste Kern dieser Steine hat genau die Figur der äusseren Seitenflächen, er ist abgestumpft, wie sie.“ Ebenso gedenkt Lasius (in dem unter 41) angeführten Aufsätze) dieser Erscheinung, wo er zugleich von der „Verwitterung“ der Krystalle redet, auf deren Fortschreiten diese schalige Bildung von bestimmendem Einflusse ist. „Der scharfe Abschnitt des verwitterten Theiles eines solchen Kristalls, von dem inwendig völlig erhaltenen, gab zuerst einigen Anlass, das blätterige Gewebe, oder vielmehr die Lamellen, woraus ein solcher Kristall rund herum besteht, und wodurch er nach und nach zu der Grösse, worinn wir ihn

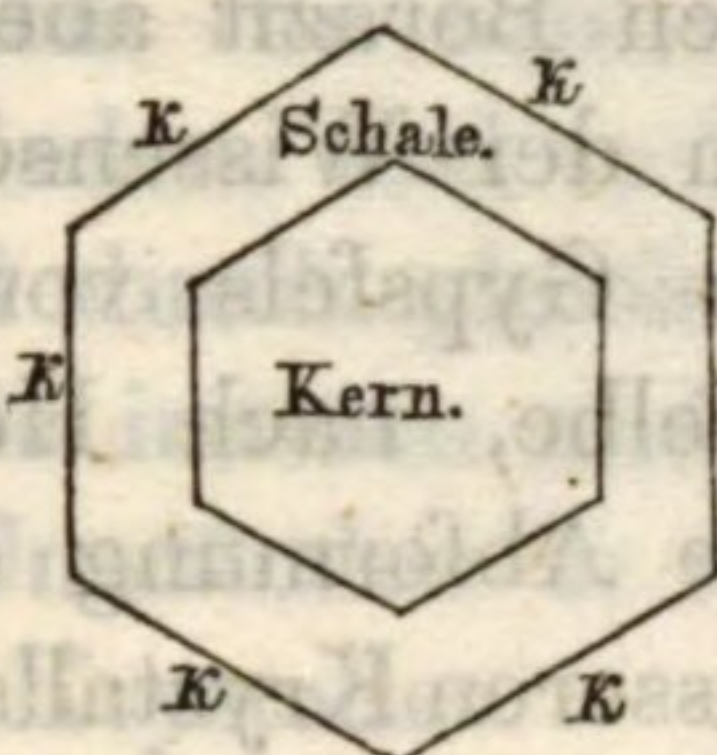
finden, scheint angewachsen zu seyn, zu entdecken, was man an einem vollständigen, völlig durchsichtigen und also unverwitterten Kristalle auf keine Weise, auch nicht beim Zerschlagen desselben beobachten kann. Ich würde vielleicht nicht darauf gefallen seyn, dass die Verwitterung von aussen eine Lamelle nach der andern durchdrungen, und auf diese Art bey der Glasur einer jeden neuen Lamelle einen neuen Widerstand gefunden hätte, welche den scharfen Abschnitt der verwitterten Rinde verursacht, wenn ich nicht einen völlig unverwitterten Kristall besässe, dessen äussere Oberfläche nicht ganz vollständig ist. Durch die Lücke so dieser Kristall auf seiner Oberfläche hat, siehet man um etwas wenig in das Inwendige des Kristalls hinein, und siehet hier deutlich einen inwendigen Kristall mit den Facetten und Flächen, die der auswendigen Fläche des Kristalls fehlen*), inne liegen. Mit einer Nadel kann man um etwas zwischen dem inwendigen Kristalle und seiner äusseren Rinde herumfahren. Durch diese Erscheinung glaubte ich mich also berechtigt, das Gewebe dieser Kristallen blätterig zu nennen, wovon man an den vollkommenen Kristallen nicht das geringste erkennen kann.“

Es handelt sich hier in der That durchaus nicht um eine blättrige, „späthige“ Textur, wie sie vielen Krystallen in so ausgezeichnet deutlichem Grade und nach der Theorie allen zukömmt, wovon aber beim Borazit nicht die mindeste unseren Sinnen wahrnehmbare Spur ist, sondern rein um ein unterbrochenes Wachsthum. Ganz getreu bezeichnet dieses Gustav Rose (in der unter 51) angeführten Abhandlung), indem er bemerkt: „Man findet aber öfter in den undurchsichtigen Krystallen einen stärker durchscheinenden Kern, welches der erste Anschuss war, um den sich dann der spätere gelegt hat“ u. s. w. — Vor mir liegt ein halber „Riesenkry stall“ von der fünften Varietät des Würfelborazites. In diesem zeigt sich innerhalb der 1 Linie dicken äusseren Schale ein drei Linien im Durchmesser grosser Kernkry stall, welcher

*) Nämlich wegen der Lücke! — nicht krystallographisch. V.

genau die nämliche Form besitzt und so scharf von der Schale gesondert ist, dass man versucht sein könnte, ihn herauszunehmen. Fig. 73 stellt von einem solchen Krystalle

73.



den Durchschnitt dar, welcher normal zu einer Würflingsaxe geführt ist. Es sind dabei nur die Knöchlingsflächen im Umrisse angedeutet. Dass nicht eine „Verwitterung“ die Ursache dieser „schaligen Absonderung“ ist (man könnte an den Anhydrit denken, welcher bei seiner Umwandlung in Gyps durch die Wasseraufnahme und damit verbundene Volumvermehrung der zuerst umgewandelten äusseren Lage, in aufgeblähten Schalen sich absondert), das zeigt dieser Krystall deutlich genug; denn der Kernkrystall ist genau in dem nämlichen Zustande, wie die Schale. Aber eine solche Absonderung würde, wie jedem Mineralogen einleuchten wird, auch höchstens nach einer Art von Flächen erfolgen, gewiss nicht nach dreierlei Flächen, wie sie hier der Kernkrystall wirklich zeigt. Es ist meine volle Überzeugung, dass die ganze Erscheinung keine andere Deutung zulässt, als diejenige, welche in den obigen Worten Gustav Rose's angedeutet ist und welche auch Lasius aussprach, nur dass es nach den Worten des Letzteren scheinen könnte, als kämen bei einem Krystalle auch wohl mehrere konzentrische Schalen vor, was jedoch nie beobachtet ist. In der Sammlung auf der Hochschule in Zürich befindet sich ein Krystall von nur mittlerer Grösse, nahezu von der Form wie Fig. 64. Dieser Krystall besitzt von einer Würfel Fläche herein ein grosses Loch, durch welche man einen kleineren Kern ganz von der nämlichen Form (so weit man beobachten kann) und ganz in der nämlichen Stellung erblickt. Der Kernkrystall und die

Schale sind an diesem Exemplare nicht bemerkbar „verwittert“, sondern fast ganz glashell.

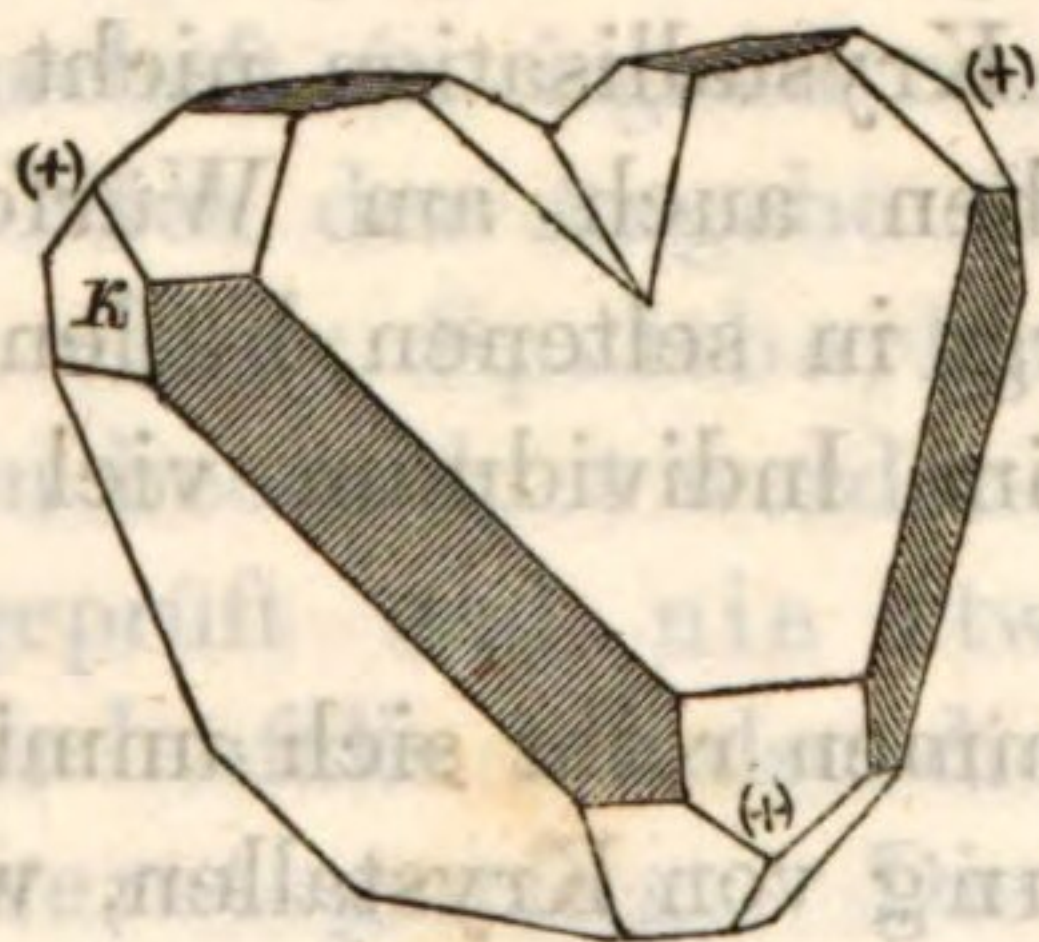
Die besprochene Erscheinung gehört zu dem Räthselvollsten, was die Mineralogie unter ihren Aufgaben vorfindet und verknüpft den Borazit abermals auf das Innigste mit den tiefsten Fragen der Wissenschaft. Alle diese Borazitkrystalle liegen in Gypsfels von diesem allseitig so umschlossen, dass derselbe, nach Herausnahme des Krystalls, die vollkommene Abformung desselben zeigt. Der Kernkrystall von der äusseren Krystallschale entblösst, würde haltlos in dieser Höhlung herumpoltern, wenn man versuchen würde, ihn in dieselbe hineinzulegen. Dieser Kern muss, bevor er von der äusseren Schale vergrössert wurde, da er unmöglich im Zentrum einer Höhlung geschwebt haben kann, eben so gut von umgebendem Gesteine umschlossen gewesen sein, wie andere kleinere Krystalle es sind und wie es seine grössere Schale ist. Diese Schale muss sich, indem sie wuchs, selber den Raum in der Umgebung des Kernkrystalles erzwungen haben, und zwar allseitig mit der gleichen Kraft und mit Überwindung des gleichen Widerstandes. Alle diese Schlüsse lassen sich nicht verläugnen und müssen Jedem, welcher zu denken vermag, einleuchten. Aber ihre Tragweite ist unberechenbar. Der Krystall erscheint uns als ein aus inneren Bedingungen wachsendes Individuum. Wie der Baumstamm, indem die mikroskopischen Zellen wachsen, aus denen er besteht und deren jede einzeln mit dem feinsten Instrumente kaum zart genug behandelt werden kann, um unverletzt unter das Vergrösserungsglas gebracht zu werden; wächst und wachsend Steinpflaster aus einander zwängt, eine Mauer hebt und zur Seite drängt — so übt der wachsende Krystall, indem Atom an Atom sich fügt, eine felsenbezwingende, unwiderstehliche Gewalt! Die Kraft, welche die Gebirge erhebt, sie ist keine andere, als diese.

Die Unterbrechung des Wachsthumes, welche sich in den aus Kern und Schale bestehenden Krystallen kundgiebt, muss mit eigenthümlichen Umständen verbunden

wesen sein. Die Grenze zwischen Kern und Schale ist sichtbar geblieben, ohne dass man eine Zwischenlagerung von einer fremdartigen Substanz bemerken könnte; dies deutet vielleicht auf eine Ungleichheit des Dichtigkeitszustandes hin, in welchem die beiden verschiedenen Theile des Krystalls sich befinden, und in Folge dessen dieselben nie als ein durch und durch gleichmässig gebildetes Ganzes erscheinen, wie die inneren und äusseren Theile eines unter unveränderten Umständen in einer ununterbrochenen Periode gewachsenen Krystalles.

Die Timpelborazite im Schildsteine, zumal die ersten Varietäten derselben, zeigen eine andere interessante Eigenthümlichkeit, welche sich — meines Wissens — beim Würfelborazite, weder im Kalkberge bei Lüneburg, noch in dem bei Segeberg, jemals beobachten lässt, nämlich die regelmässige Zusammensetzung eines Krystalls aus zweien oder dreien kleineren Individuen, welche zu einander eine solche Stellung haben, dass sie sich zu einem gemeinsamen Individuum vereinigen konnten, die einfache Zwillingbildung. Nur geringe Nischen (einspringende Kanten) lassen wenigstens theilweise noch die einzelnen Individuen von einander unterscheiden, was nicht mehr möglich sein würde, wenn auch diese Nischen sich noch mit Krystallsubstanz ausgefüllt hätten. Am häufigsten ist es, dass ein vorherrschend timpliger Krystall in einer seiner Timplingskanten, wo die schmalen Leisten der Würflingsflächen liegen, eine mehr oder weniger tiefe Nische besitzt, welche demselben, von zwei Seiten gesehen, eine Herzform giebt (Fig. 74). Eine solche Nische lässt dann an ihrer rechten

74.



(Schildstein.)

Wand die Flächen einer linken Timplingsecke, an ihrer linken Wand die Flächen einer rechten Timplingsecke sehen. Zwillinge von solcher Form, wie diese herzförmigen Borazitzwillinge, sind noch nie bei einem Minerale beobachtet worden, auch bei den Borazitkrystallen scheint sie noch Niemand beobachtet zu haben. Leonhard (in der unter 36) erwähnten Schrift) führt aus dem Schildsteine Zwillinge an, welche „ungefähr auf dieselbe Weise“ mit einander verbunden seien, „wie die Oktaeder des Spinells“. Die Oktaeder (Ecklinge) des Spinells sind aber stets so vereinigt, dass eine zweien Ecklingsflächen parallele Zusammensetzungsebene stattfindet und dabei die beiden Individuen eine um 180° gegen einander verdrehte Stellung besitzen. Dergleichen Zwillinge habe ich aber beim Borazit nie gefunden und darf daher mit ziemlich gültigem Grunde bezweifeln, dass sie je vorkommen. Die herzförmigen Zwillinge sind zusammengesetzt nach einer Ebene, welche den Würfling diagonal halbiren würde oder, was dasselbe ist, parallel einer Knöchlingsfläche, welche in Fig. 74, um sie hervorzuheben, als die einzige mit k bezeichnet ist. Die beiden Zwillingeindividuen haben die Form der ersten Varietät Fig. 67, Seite 121. Übrigens werden wir weiter unten über diese Zwillinge noch neue Ansichten gewinnen (vergl. den Schluss des fünften Abschnittes). Mitunter wiederholt sich dieselbe Erscheinung an zweien oder dreien Timplingskanten. Diese zusammengesetzten Krystalle sind wahre Zwillinge, Drillinge, Vierlinge im krystallologischen Sinne. Ausser denselben finden sich noch solche Verwachsungen zweier Krystalle, bei welchen eine Abhängigkeit der gegenseitigen Stellung beider Krystalle von der Krystallisation nicht bemerkbar ist. Bei diesen, von welchen auch am Würfelborazite im Kalkberge zu Lüneburg in seltenen Fällen Spuren bemerkbar sind, pflegt das eine Individuum viel kleiner zu sein, als das andere.

Dieses Vorkommen reiht sich unmittelbar an die blosse Zusammenhäufung von Krystallen, welche bei ihrer Entstehung so nahe beisammen lagen, dass sie wachsend sich

gegenseitig behinderten und nun mehr oder weniger sich zusammenschlossen. Bald sind nur zwei, bald mehrere Individuen beisammen. Im Kalkberge zu Lüneburg finden sich solche Zusammenhäufungen besonders zahlreich, meistens nur von zweien Individuen, doch mitunter auch von mehreren; ich erhielt eine schöne Gruppe von fünf Individuen, deren jedes noch grösstentheils gut ausgebildete Flächen besitzt. Bei dieser Zusammenhäufung beschränken sich entweder beide Krystalle, die sich berühren, gegenseitig, indem nach ihrem ersten Zusammentreffen beide fortführen zu wachsen; oder das eine Individuum ist von dem anderen mehr oder weniger umfasst, indem nur das letztere sein Wachsthum fortsetzte. Derartige zusammengehäufte Krystalle sind ziemlich leicht von einander zu trennen und zeigen auf der Absonderungsstelle eigenthümliche „festungsartige“ Absätze parallel den Krystallflächen.

Die in diesen Gruppen vereinigten Krystalle gehörten in allen Fällen, welche ich beobachten konnte, der nämlichen Varietät an, wenn auch eine geringe Ungleichheit in dem Grade der Ausbildung der einen oder anderen Flächenart wohl bemerkbar war.

Soweit möge zunächst von der Form der Borazitkrystalle die Rede sein. Nun noch vom Gewebe derselben.

Es ist eine sehr allgemeine und merkwürdige Eigenschaft der Krystalle überhaupt, in gewissen Richtungen spaltbar zu sein. Selbst der härteste aller bekannten Körper, der Demant, ist sehr ausgezeichnet spaltbar und zwar nach Richtungen, welche den Flächenlagen eines Ecklings entsprechen. Bei den Borazitkrystallen zeigt sich eine solche Eigenschaft in irgend wahrnehmbarer Weise durchaus nicht. Nach der Angabe der Lehrbücher sollen mitunter Spuren einer Spaltbarkeit in der Richtung der Ecklingsflächen beobachtet worden sein; ich habe viele Borazitkrystalle geprüft und nie etwas Ähnliches beobachten können. Jedenfalls ist also die Anlage zu solcher Spaltbarkeit äusserst gering. Die Angaben der verschiedenen Lehrbücher stimmen über diesen Punkt auch

gar nicht überein. So giebt Reuss (in seinem grossen Lehrbuche der Mineralogie, Theil II., Bd. 3, 1803, Seite 652) ganz unbestimmt an, die „natürlichen Fugen“ seien nur wenig und bei hellem Lichte sichtbar, von einer wirklichen Spaltbarkeit redet er nicht. Hausmann's älteres Handbuch (Bd. 3, 1813, Seite 821) sagt, es sei ein dreifacher, zwar sehr versteckter, Blätterdurchgang vorhanden „nach den Würfelflächen“, und nach der Bemerkung des Herrn Professors Stromeyer seien zuweilen „etwas deutlichere Durchgänge nach diagonalen Richtungen sichtbar“. Leonhard (Handbuch der Oryktognosie, 1826, Seite 288) sagt nichts von Durchgängen nach den Würfelflächen, sondern giebt an, es seien solche „parallel den Kernflächen sichtbar beim Kerzenlichte“; als Kernform des Borazites betrachtet derselbe aber einen Timpling (Tetraeder). Hausmann's neueres Handbuch (Bd. 2, 1847, Seite 1422) bezeichnet einen „Blätterdurchgang sehr unvollkommen nach den Oktaederflächen (Ecklingsflächen), oft deutlicher nach der einen, einem Tetraeder (Timpling) entsprechenden Hälfte derselben, als nach der anderen; Spuren nach den Würfelflächen“. Ich glaube, dass ich genug schönes Material von allen Varietäten aufgeopfert habe, um sagen zu dürfen, dass alle diese Angaben auf Täuschungen beruhen müssen, insbesondere auch diejenigen, welche von sichtbaren Blätterdurchgängen reden. Wenn irgend eine versteckt blättrige Textur in den Borazitkrystallen nachweisbar ist, so ist es die bisher ganz übersehene, nicht nach den Flächen der äusserlich vorherrschenden Formen, des Würflings und Knöchlings, oder des einen oder anderen Timplings, sondern nach den ganz untergeordnet auftretenden Flächen des linken Höckertimplings (b) und des rechten Kugeltimplings (i); diese giebt sich wenigstens in den Reifungen der Würflings-, Knöchlings- und linken Timplingsflächen zu erkennen. Alle anderen Angaben werden vermuthlich auf Täuschungen beruhen, entweder durch vorhandene Kern- und Schalenbildung oder durch unwesentliche Sprünge in den Krystallen veranlasst. — Zerschlägt

man klare Borazitkrystalle, so zerspringen sie wie Glas, und die Bruchflächen der Stücke sind auch denen des Glases ähnlich, nur einigermassen splittrig und nicht so rein muschlig.

fünfter Abschnitt.

Physikalische Eigenschaften.

Die Dichtigkeit der Substanzen beurkundet sich durch das Verhältniss ihrer Schwere, welches man gewöhnlich im Vergleich zum Wasser in Zahlen auszudrücken und als „spezifisches Gewicht“ zu bezeichnen pflegt. Karsten fand das spezifische Gewicht des kryptokrystallinen Borazites von Stassfurth bei 12° C. Wärme = 2.9134, also fast dreimal so schwer, als Wasser. Fast genau dasselbe spezifische Gewicht besitzen die Krystalle von Lüneburg; die neuesten Wägungen vom Rammelsberg (in der unter 48 angeführten Untersuchung) ergaben dasselbe für durchsichtige Krystalle bei 12° 5 C. Wärme = 2.955. Einige andere Angaben setzen dasselbe bis auf 3. Es ist wahrscheinlich, dass den verschiedenen Borazitspezien keineswegs absolut das nämliche spezifische Gewicht eigen sei. Allein, wie wir weiter unten sehen werden, sind alle Borazitkrystalle, so, wie sie in unsere Hände gelangen, nicht mehr vollkommen in ihrem ursprünglichen und unveränderten Zustande, und die geringste Veränderung, welche sie erlitten haben können, wird wahrscheinlich Abweichungen im spezifischen Gewichte bewirken, welche vermuthlich zu stärkeren Differenzen führen, als jene jedenfalls äusserst feinen Unterschiede, welche mit der ursprünglichen Verschiedenheit der Spezien verbunden sind.

In Betreff der Härte kann der kryptokrystallinische Borazit mit den deutlich krystallisirten Spezien nicht verglichen werden, denn während man bei letzteren die Härte

prüft, welche aus der Vereinigung der Theilchen durch die Krystallisation hervorgeht, so ist es bei ersterem nur der Widerstand einer regellosen Aggregation, welcher den Härtegrad bedingt. Nach Karsten hält sich die Härte des „dichten“ Borazites zwischen der des Flussspathes und der des Apatitspathes (4 bis 5 Härtegrad), während die Härte der Borazitkrystalle die des Quarzes (7 Härtegrad) erreicht. Die Borazitkrystalle ritzen die meisten Mineralien, selbst den Feldspath. Glas ritzen sie sehr stark. Übrigens bemerkt man bei genauerer Untersuchung in dieser Beziehung eine sehr deutliche Verschiedenheit der verschiedenartigen Krystallflächen. Von den äusserlich herrschenden Flächen besitzen die Würflingsflächen (w) die grösste Härte, selbst diese aber eine grössere, wenn man in der Richtung derjenigen Diagonale ritzt, welcher die Reifung parallel geht, als rechtwinklig gegen letztere. Nächst den Würflingsflächen folgen in der Härte die rechten (—), dann die linken (+) Timplingsflächen; die Knöchlingsflächen (k) dagegen sind am wenigsten hart. Aber selbst die Würflingsflächen werden übertroffen von den Flächen des linken Höckertimplings (b) und des rechten Kugeltimplings (i), welche fast Topashärte erreichen. — Sehr merklich ist der Unterschied in dem Widerstande, welchen man empfindet, wenn man einen Krystall auf seinen Würflingsflächen, und wenn man denselben auf einer Bruchfläche zu ritzen versucht, wobei man sich eines Topassplitters oder eines noch härteren Minerals bedienen muss. Vielleicht war es eine derartige Beobachtung, welche Lasius zu der Idee führte, die Krystalle hätten eine Art von Glasur auf ihren Flächen. Es ist nur der verschiedene Grad in der Innigkeit der Zusammenfügung der Massentheilchen, eine Wirkung der Krystallisation selber, wodurch diese Unterschiede hervorgebracht werden.

So verschieden, wie die Härte, ist auch der Glanz der Krystallflächen des Borazites. Im Allgemeinen herrscht ein glassartiger Glanz, aber dieser ist auf den Flächen des Höckertimplings (b) und des Kugeltimplings (i) sehr lebhaft, fast zum Demantartigen geneigt; wenig gerin-

ger auf den Würflingsflächen (w); auf den rechten Timplingsflächen (—) dagegen kaum ein gemeiner Glasglanz und die Knöchlingsflächen (k) und die linken Timplingsflächen (+) sind mehr oder weniger matt, auch bei den schönsten Krystallen.

Die Erscheinung des Glanzes beruht auf der Zurückspiegelung des auf die Flächen fallenden Lichtes. Ausser dem verschiedenen Grade der Zurückspiegelung erleidet das Licht noch eigenthümliche Modifikationen durch die Beschaffenheit der Flächen. Die Reifungen der Flächen bewirken, je nach ihrer Lage und gegenseitigen Durchkreuzung, gewisse Lichtschimmer. Ritzt man ein Glastäfelchen (etwa mit einer Demant- oder Borazitspitze) mit einem Systeme feiner, sehr nahe bei einander liegender paralleler Linien und lässt man dann das Licht einer Kerzenflamme von dieser Glastafel zurückspiegeln, so zeigt sich, von dem leuchtenden Bilde aus, das System jener Linien nach beiden Seiten hin rechtwinklig durchschnitten durch einen schimmernden Lichtschweif, oder vielmehr man erkennt meistens nur ganz einfach einen Schimmerstreif rechtwinklig zu den Linien der Glastafel. Etwas Ähnliches lassen in seltenen Fällen die Würflingsflächen der Borazitkrystalle, freilich in einer nur sehr wenig auffallenden Weise, wahrnehmen, und es ist kein Zweifel, dass diese Erscheinung von der Reifung dieser Flächen abhängig ist, zu deren Verlauf der Lichtschimmer rechtwinklig erscheint. Der Theorie nach sollte auf den Flächen des analogen Timplings, welcher, wie oben beschrieben ist, drei sich unter Winkeln von 60° schneidende Reifungssysteme besitzt, ein Schimmer in Form eines sechsstrahligen Sterns, auf den Knöchlingsflächen ein solcher in Form eines Andreaskreuzes oder gar eines achtstrahligen Sternes erscheinen; allein es ist mir nie gelungen, eine deutliche Spur einer solchen Erscheinung auf diesen Flächen wahrzunehmen, wenngleich ich an der Möglichkeit sie zu beobachten nicht zweifle, nur ist die Mattigkeit dieser Flächen ein Hinderniss, welches wohl in seltenen Fällen die Wahrnehmbarkeit derselben zulässt. Dagegen hat der un-

ermüdlich beobachtende Brewster *) erst im letzten Jahre wieder eine andere Erscheinung ähnlicher Natur beobachtet, nämlich einen Lichtschimmer in Form eines rechtwinkligen Kreuzes mit zentralem Bilde des leuchtenden Punktes, welcher reflektirt wurde, auf den Würflingsflächen. Die Arme dieses Kreuzes standen rechtwinklig zu den Kanten des Würflings. Diese Beobachtung widerspricht der meinigen nicht, obgleich sie dieselben Flächen anbetrifft; vielmehr ist dieselbe das Ergebniss einer Beschaffenheit dieser Flächen, durch deren Hervortreten, wie ich oben (Seite 94) bereits bemerkt habe, die Wahrnehmbarkeit der eigentlichen diagonalen Reifung derselben gänzlich gehindert wird — nämlich von der mosaikartigen Zusammensetzung dieser Würflingsflächen aus zahllosen sehr kleinen Würflingsflächen. Die vielen kleinen aus- und einspringenden Quadrate haben die nämliche Wirkung, welche zwei sich rechtwinklig kreuzende Reifungssysteme hervorrufen würden. Auf den Flächen der, ebenfalls aus zahllosen kleinen Würflingen zusammengesetzten, Steinsalz- (Kochsalz-) Krystalle beobachtete Brewster die nämliche optische Erscheinung.

In der Farbe gleichen die Borazitkrystalle dem Eise; sie sind nämlich glashell mit einem Stich in's Grünlich-blaue. Die Segeberger Krystallchen sind zu klein, um diese schwache Färbung wahrnehmen zu lassen; sie erscheinen völlig farblos; dagegen kommen am Kalkberge bei Lüneburg ziemlich grosse, völlig klare Krystalle vor, welche die Färbung deutlich erkennen lassen. Die Krystalle im Schildsteine sind meistens zu schwärzlich-grau durchwölkt, um jene Eigenschaft ungetrübt zu zeigen. Weisse, gelbe, bräunliche, röthliche Färbung, welche man in vielen Büchern erwähnt findet, gehört nicht den Borazitkrystallen in ihrem ursprünglichen Zustande an; sie rührt theils von Veränderungen her, welche die Substanz der-

*) The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Vol. 5, 1853, pag. 16: On the optical Figures produced by disintegrated surfaces of crystals, by Sir David Brewster etc.

selben erlitten hat, theils von fremdartigen Körpern, welche mit den Borazitkrystallen verwachsen sind.

In Betreff des optischen Verhaltens der Borazitkrystalle ist jedenfalls zu unterscheiden zwischen den Eigenschaften, welche diese Krystalle in ihrem ursprünglichen und unveränderten Zustande besitzen mögen, und denjenigen, welche sich in denselben als Folge erlittener Veränderungen wahrnehmen lassen. Die letzteren, welche durch Biot's Untersuchungen (vergleiche Seite 53) ermittelt wurden, werden weiter unten zur Sprache kommen, wo von den Veränderungen die Rede sein wird, welche fast immer in den natürlichen Borazitkrystallen schon nachweisbar sind. Brewster hat (vergleiche Seite 41) mit voller Bestimmtheit angegeben, der Borazit besitze eine attraktive optische Axe, welche mit einer der Würflingsaxen zusammenfalle. Der Theorie nach müssen die Borazitkrystalle aber einfach lichtbrechende Körper sein, wenn ihre Würflingsform nicht bloß eine scheinbare, sondern eine wirkliche ist, und wenn somit ihre vier Würflingsaxen, wie es doch nach der Symmetrie der Würflingsflächen und aller übrigen Flächen scheinen will, absolut den nämlichen Werth haben. Alle Messungen, so genau die feinsten Instrumente sie gestatten, scheinen für eine solche Annahme zu sprechen — allein man muss zugestehen, dass alle unsere Hülfsmittel zur Erreichung einer absoluten Genauigkeit nicht hinreichen und vielleicht nie zu einer solchen Stufe der Vollkommenheit gelangen werden.

Es ist nun klar, dass, wenn eine der Würflingsaxen auch nur um eine unmessbare Grösse von den drei anderen verschieden, also kürzer oder länger ist, als diese, die Borazitkrystalle gleichwohl nicht mehr wahre Würflinge sein können. Es müssen dann die sechs, zu je dreien in den beiden Polen dieser eigenthümlichen Axe zusammentreffenden Würflingskanten um eine, wenn auch noch so geringe Grösse von 90° verschieden, stumpfer oder schärfer, die anderen sechs, jene Hauptaxe nicht berührenden Kanten aber im Gegentheil schärfer oder stumpfer sein. Die Eigenschaft

der Doppelbrechung, welche mit der geringsten Abweichung von der absoluten Gleichartigkeit der vier Würfungsaxen nothwendig verknüpft sein muss, kann äusserst schwach, die Abweichung der beiden Strahlen in der Verdoppelung der Bilder unseren Sinnen nicht wahrnehmbar sein — allein in der Richtung der Hauptaxe werden sich gleichwohl die regelmässigen Farbenringe im polarisirten Lichte zeigen müssen. Um diese Erscheinung jedoch wahrzunehmen, ist es vielleicht erforderlich, dass eine Platte genau normal zur Hauptaxe und in einer gewissen Feinheit geschliffen sei. Hat Brewster vielleicht das Glück gehabt, bei seinen Untersuchungen gerade eine solche Platte darzustellen, die Hauptaxe, welche äusserlich durch kein Merkmal bezeichnet erscheint, durch eine besondere Gunst des „Zufalls“ richtig zu treffen? — Biot glaubte, als er die durch erlittene Veränderung in den Borazitkrystallen erzeugte, von ihm als polarisation lamellaire bezeichnete Polarisationserscheinung beobachtet hatte, Brewster's Angabe über das optische Verhalten des Borazites für einen durch jene Erscheinung veranlassten Irrthum halten zu dürfen, und diese Meinung musste um so mehr Wahrscheinlichkeit gewinnen, weil Brewster weder jemals eine ausführlichere Mittheilung über die seiner wichtigen Angabe zu Grunde liegenden Beobachtungen gemacht hatte, noch auch in neuerer Zeit Biot's Meinung jemals widersprochen hat.

Verhältnisse, wie die hier in Frage stehenden, sind nicht leicht sicher zu stellen, wenn es sich um so feine Unterschiede handelt, wie sie beim Borazit vorhanden sein können. Herr Professor Mousson hieselbst hatte die Güte, in meiner Gegenwart einen recht schönen klaren, lichtbläulich grünlichen Borazitkrystall vom Kalkberge zu Lüneburg von beträchtlicher Grösse mit dem Nörremberg'schen Polarisationsapparate zu prüfen; es zeigte sich keine Spur von den Farbenerscheinungen, welche andere mehr oder weniger stark doppelt brechende Körper auf diese Weise hervorbringen. Allein ein solcher Versuch mit einem ganzen Krystalle giebt natürlich kein gültiges Resultat. Zur Anfertigung tauglicher Platten fehlte mir jede Gelegenheit, und ausserdem

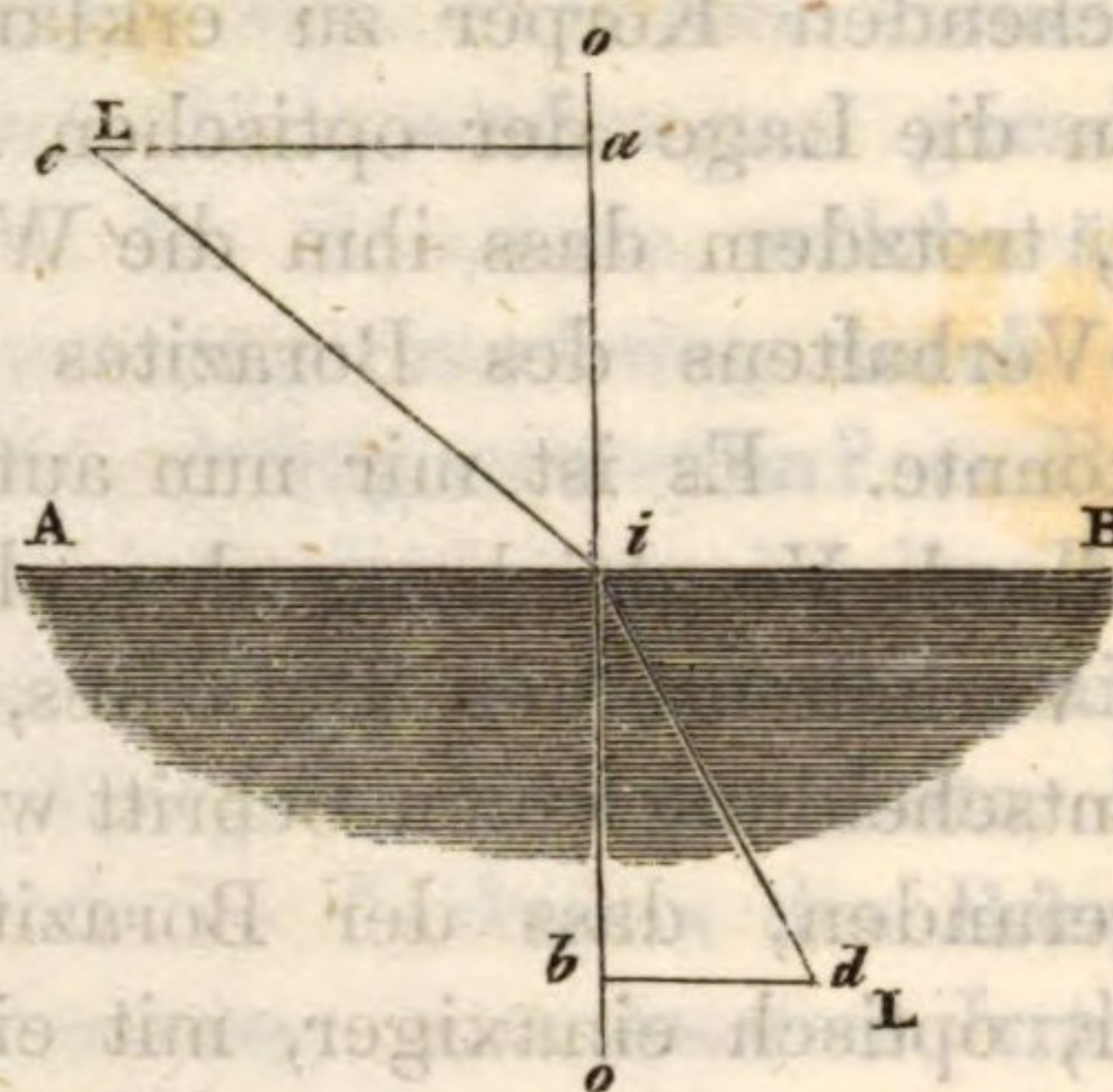
erfordern Versuche, wie diese, um welche ein Brewster und ein Biot verschiedener Meinung sein können, die allseitige Kenntniss und vollkommene Gewandtheit, welche nur das speziellste Studium der Optik den begabtesten Physikern zu verleihen vermag. Ich habe gleichwohl nicht geglaubt, den fraglichen Gegenstand unberührt lassen zu sollen. — Es erscheint immerhin etwas gewagt, mit Biot die Angaben Brewster's für das Resultat einer Täuschung zu erklären, denn Brewster sah nicht blos Farbenerscheinungen, welche ihn verleiten konnten, den Borazit im Allgemeinen für einen doppeltbrechenden Körper zu erklären, sondern er bezeichnete genau die Lage der optischen Axe und selbst die Art derselben, trotzdem dass ihm die Wichtigkeit eines so unerwarteten Verhaltens des Borazites durchaus nicht unbewusst sein konnte. Es ist mir nun auf einem anderen Wege, nämlich durch Vergleichung des elektrischen und diamagnetischen Verhaltens des Borazites, gelungen, die Frage zu ihrer Entscheidung einen Schritt weiter zu fördern und ich habe gefunden, dass der Borazit sich wie ein doppeltbrechender, optisch einaxiger, mit einer attraktiven optischen Axe versehener Krystall verhält, wodurch dann die Wahrscheinlichkeit, dass Brewster's Angabe ganz richtig und wohlbegründet sei und mit allen Folgerungen, zu welchen dieselbe führt, unverhohlen Platz greifen müsse, eine nicht geringe Unterstützung gewinnt. Wir kommen auf diesen Gegenstand zurück.

Man hat die Ablenkung untersucht, welche ein Lichtstrahl erleidet, indem er aus einem anderen Mittel in Borazit eindringt und durch solchen hindurchgeht. Bei dieser Untersuchung ist nur auf einen durchgehenden Lichtstrahl Rücksicht genommen; das Resultat wird also, wenn man den Borazit als doppeltbrechenden Körper anerkennen muss, nur auf den vorherrschenden Strahl bezogen werden dürfen.

Der Grad der Ablenkung von seiner Einfallsrichtung, welchen ein Lichtstrahl erleidet, ist sehr verschieden je nach der Verschiedenheit des Körpers, in welchen derselbe eintritt. Fällt der Lichtstrahl in Wasser, so wird er bei

Weitem nicht so stark abgelenkt oder „gebrochen“, als wenn er in einen Demant fällt. Auch je nach Beschaffenheit des Mittels, in welchem sich der Lichtstrahl ursprünglich bewegt, ist der Grad der Brechung verschieden; ein anderer z. B., wenn der Lichtstrahl durch die atmosphärische Luft auf das Wasser fällt, ein anderer, wenn der Lichtstrahl durch einen luftleeren Raum auf dasselbe gelangt. In Fig. 75 sei AB die Oberfläche eines dichteren

75.



Körpers (z. B. von Wasser oder einem Krystalle) und der Raum über AB sei mit einem minder dichten Stoffe (z. B. Luft) gefüllt oder auch leer. Li sei ein Lichtstrahl, welcher bei i auf die Fläche AB fällt und „gebrochen“ in der Richtung iL' in den dichteren Körper eindringt. Die Linie oo ist senkrecht auf der Fläche AB durch den Einfallspunkt i gezogen. Das Stück ia ist dem Stücke ib gleich abgemessen. Die Linien ac und bd sind rechtwinklich von a und b aus gegen den Lichtstrahl gezogen. Man nennt das Verhältniss der Länge von ac zu der Länge von bd den „Brechungsexponenten“. Fällt der Lichtstrahl Li steiler oder schräger gegen die Fläche AB, so wird natürlich danach die Länge ac eine andere; aber auch die Fortsetzung des Strahles, iL', fällt dann in eine andre Richtung und somit wird auch die Länge von bd eine andre. Immer aber bleibt das Verhältniss der Länge

von ac zu der Länge von bd , also der Brechungsexponent, gleich. Da nun ein Lichtstrahl, welcher unter einem bestimmten Winkel durch einen leeren oder aber durch einen mit Luft gefüllten Raum auf eine Wasser-, Glas-, Borazit- oder Demantfläche u. s. w. fällt, in diesen und in allen anderen verschiedenen Körpern eine verschiedene Brechung erfährt, so ist also der Brechungsexponent für diese verschiedenen Körper ein verschiedener. Nehmen wir den Raum über AB als luftleer, so ist der Brechungsexponent, wenn AB die Oberfläche von Wasser ist $= 1336:1000$ oder $= 1.336$, wenn AB die Oberfläche von Glas (Kronglas) ist $= 1535:1000$ oder $= 1.535$, wenn Demant $= 2506:1000$ oder $= 2.506$, wenn Borazit $= 1701:1000$ oder $= 1.701$ ungefähr wie beim Adularfeldspathe, dessen Brechungsexponent $= 1.764$ ist. Da aber die Brechung für die verschiedenen Farben des Lichtes nicht unerheblich verschieden ist, so muss auch darauf Rücksicht genommen werden; die soeben genannten Zahlen sind nur für den rothfarbigen Strahl genau richtig und sind ermittelt, indem durch rothe Gläser beobachtet wurde, wobei nur dieser Strahl wahrgenommen werden konnte.

Zerstossen geben die Borazitkrystalle ein weisses Pulver; so ist auch das Strichpulver, welches man durch Ritzung mit einem härteren Körper auf ihren Flächen hervorbringt, stets weiss. Ebenso ist der kryptokrystallinische Borazit von Stassfurth, welchen man als ein verhärtetes Aggregat pulveriger Theilchen betrachten kann, wenn er nicht durch fremde Stoffe verunreinigt ist, weiss von Farbe.

Manche Krystalle haben die Eigenschaft, unter gewissen Umständen zu phosphoresziren, d. h. im Dunkeln einen Lichtschein aus ihrem Innern zu verbreiten; so der Demant, wenn derselbe der Bestrahlung des Sonnenlichtes ausgesetzt gewesen ist; der Fluorit (Flusspath) und Apatit geben einen grünlichen, bläulichen oder röthlichen Lichtschein, wenn sie im Dunkeln erwärmt werden; der Bergkrystall (ebenso der Zucker) leuchtet, wenn man zwei Stücke desselben gegen einander reibt oder ihn zerschlägt. Es war

mir nicht unwahrscheinlich, dass der elektrisch so erregbare Borazit auch derartige Phosphoreszenzerscheinungen darbieten möchte. Allein alle meine auf ein solches Verhalten gerichteten Untersuchungen gaben nur negative Resultate; die Borazitkrystalle phosphoresziren weder nach stundenlanger Insolation (Sonnenbestrahlung), noch durch Erwärmung, noch durch gegenseitige Reibung und auch nicht, wenn man sie zerschlägt.

Um die elektrischen Eigenschaften der Borazitkrystalle zu beobachten, habe ich mich sehr bemüht. Die Krystalle des Timpelborazites vom Schidsteine waren bislang noch gar nicht untersucht worden, und doch schienen mir gerade diese in einem zu solchen Untersuchungen besonders geeigneten Zustande zu sein, wie man die Krystalle des Würfelborazites, besonders im Kalkberge bei Lüneburg, selten findet. Ich bin durchaus zu der Überzeugung gelangt, dass fast alle Krystalle sich in einem so wenig zur Gewinnung ungetrübter Resultate geeigneten Zustande befinden, dass man sich in der That fast wundern muss, wie Häüy (vergleiche Seite 25) sogleich zur Feststellung des einfachen in diesen Krystallen herrschenden Hauptgesetzes gelangen konnte ^{63 b}). Auf dieses von allen Beobachtern seitdem bestätigte Hauptgesetz kommt man allerdings immer wieder zurück. Allein zahllose Einflüsse stören dasselbe und suchen es dem Beobachter zu verbergen. Hankel hat sich (in den unter 50) und 51e) angeführten Schriften) die Mühe gegeben, zahllose positive und negative Elektrizitäten, welche er an den verschiedenen Theilen der Krystalle beobachtete und welche oft an einem und demselben Punkte im Momente wechseln, in langen Reihen von + und — zu verzeichnen. Da jeder Krystall vielfach von dem anderen abweicht, so würde es nutzlos erscheinen, mein Beobachtungsregister ebenfalls mitzutheilen. Einen grossen Theil der stattfindenden Unregelmässigkeiten haben Riess und Rose (in der unter 51) bezeichneten Untersuchung) in einer Weise zu erklären gesucht, welche man bei eigenen Versuchen äusserst begreiflich findet. Aber es giebt noch andere Störungsursachen, von welchen später die

Rede sein wird und welche schwerlich bei einem einzigen bis jetzt untersuchten Krystalle gänzlich gefehlt haben.

Ich bediente mich zur Untersuchung des Katzenhaares auf der Spitze einer Siegellackstange. Man kann sich im Gebrauche dieses einfachen Instrumentes so sehr einüben, dass dasselbe einige Zuverlässigkeit gewinnt. Theils erhitze ich die Krystalle auf einer Glasplatte durch eine untergestellte Spirituslampe und konnte so die Elektrizitäten bei steigender Temperatur und nach Entfernung der Lampe bei sinkender Temperatur untersuchen, ohne den Krystall zu berühren. Die so gefundenen Ergebnisse waren die verwirrtsten von allen. Theils setzte ich die Krystalle stundenlang vor dem Versuche der Hitze des winterlich geheizten Zimmerofens aus, um sie gleichmässig durchwärmen zu lassen, und untersuchte sie dann in der Abkühlung; die Versuche fielen weit geordneter aus. Theils erhitzte ich die Krystalle im Schrotbade, führte sie, indem ich sie mit der Zange herausnahm, durch die Flamme und untersuchte sie nun im Abkühlen, während sie auf einer Metallplatte standen; dieses Verfahren gab so wechselnde Ergebnisse, wie das erste, nur in einzelnen Fällen etwas geordnetere. Endlich schlug ich auch das Verfahren ein, beim Erhitzen des Krystalls im Schrotbade einen Pol entblösst zu lassen und diesen nun in der Erwärmung und in der Erkaltung im Bade selbst zu untersuchen. Die so erhaltenen Resultate waren fast ohne Ausnahme geregelt. Die den rechten Timplingsflächen entsprechende Würflingsecke (—) enthält den antilogen Pol, die den linken Timplingsflächen entsprechende (+) den analogen. Sind die Timplingsflächen gross ausgebildet, so wird der Versuch sehr gestört, indem sich stets die Elektrizität der drei diese Flächen umgrenzenden Kanten (gegen die Würflingsflächen hin) vorherrschend geltend macht und eine Beobachtung des dem Axenpole entsprechenden Flächenmittelpunktes mit dem von mir benutzten Instrumente gar nicht gestattet. Eine lebhafte Wirkung am analogen Pole zeigten die Flächen des Höckertimplings (b), selbst wenn dieselben nur sehr schmal ausgebildet waren. Bei allen

Versuchen überzeugt man sich ausserdem von der besonderen Schwierigkeit, die repulsive Wirkung genügend zu konstatiren, indem sehr häufig durch eine entgegengesetzte Wirkung benachbarter Flächen oder Kanten vielmehr eine Anziehung erfolgt. Übrigens machte schon Haüy darauf aufmerksam, dass man, um die Zurückstossung zu beobachten, das prüfende Instrument sehr genau gegen den betreffenden Punkt bringen müsse, „sonst würde es gegen die benachbarten Punkte hingezogen werden, welche sich im natürlichen Zustande oder doch beinahe darin befinden.“

Die vorherrschend timpligen Krystalle der Schildsteinspezies hätten nach dem Gesetze an den (stets durch die Flächen des Knöchlings (k), oft auch durch die des linken Timplings (+), des Höckertimplings (b) und durch die des Kugeltimplings (i) modifizirten) Timplingsecken die analogen Pole, auf den Mittelpunkten der vorherrschenden Flächen die antilogen Pole zeigen sollen. Ich hoffte eine eklatante Zuverlässigkeit der Versuche an diesen so wohlerhaltenen Krystallen, welche stets die vollendetste Nettigkeit der Flächen, keine Spur von Lücken und anscheinend eine völlig gleichartige Beschaffenheit im Innern besitzen. Allein nie vermochte ich das erwartete Resultat in einer überzeugenden Weise zu erlangen. Bei der Erwärmung, wie bei der Erkaltung machten sich nämlich stets die, nie fehlenden und lebhaft glänzenden, Würflingsflächen (w), wenn sie auch nur als ganz schmale Leisten erschienen, so überwiegend geltend, dass ich nur ihr Verhalten prüfen konnte. Sie waren sämmtlich beim Erwärmen negativ und beim Erkalten stark positiv, also antilog, woraus hervorzugehen scheint, dass man den Borazit-Würfling hier als elektrisch - hälblingisch und zwar antilog- (oder rechts-) hälblingisch aufzufassen haben würde. Bei einer Krystallisation mit vollzähligen Flächen sind in der That die elektrischen Polaritäten an allen Theilen der Krystalle ausgeglichen oder, wenn ihr Gleichgewicht gestört wird, durchweg gleichartig. Nur bei Hälblingskrystallisationen („Hemiedrieen“) zeigen sich entgegengesetzte Polaritäten an den verschiedenen Theilen eines Krystalls. Kann nun der

Würfling und der Knöchling nicht der Form und Flächenzahl nach hälblig ausgebildet vorkommen, so scheint es doch, als ob die Hälbligheit sich durch die Elektrizität zu erkennen gebe. Es würde demnach ein Würfling für gewöhnlich als $\pm$ Würfling zu bezeichnen sein und die beiden „Elektro-Hemiedrieen“, die beiden Elektrizitätshälblinge, in welche derselbe zerfallen kann, sind der $+$ Würfling und der $-$ Würfling. Der Würfling des Timpelborazites ist $-$ Würfling, dem $-$ Timplinge entsprechend, während dagegen der Knöchling bei dieser Spezies offenbar als $+$ Knöchling zu betrachten ist und sich dem $+$ Timplinge anschliesst. Die Ecken der Timpelborazit-Krystalle schienen bei einigen Versuchen deutliche Beweise eines solchen Verhaltens zu geben; es liegen hier die analogen $+$ Timplingsflächen und die Knöchlingsflächen. Das Verhalten der Mittelpunkte der grossen Flächen war dagegen durchaus nicht klar zu ermitteln; vermuthlich stimmte es mit dem der Würflingsflächen überein, ward aber überboten durch die Anhäufung der nämlichen Elektrizität in den Kanten und den auf diesen liegenden Würflingsflächen; mit Hülfe eines geeigneteren Instrumentes, welches mir nicht zu Gebote stand, dürfte man bestimmtere Resultate hoffen.

Ein sehr artiger Versuch ist der, zu welchem ich mich ebenfalls wandte, den erwärmten Krystall mit seinen Ecken oder Kanten, welche man prüfen will, über einer geebneten Schicht von lockerem Bärlapppulver (semen Lycopodii) diesem feinem Staube so zu nähern, dass die anziehende Kraft denselben in Bewegung setzt. Wie Eisenfeilspäne an den Magnetpol, hängen sich die Stäubchen in langen starrenden Bärtchen an die anziehenden Stellen. Krystalle mit vollkommen glatten Flächen kann man geradezu in Bärlapppulver versenken und, wenn man sie mit der Zange heraushebt, alle anziehenden Stellen zugleich beobachten. Dieser Versuch gab mir nur mit der Schildsteinspezies reine, dann aber sehr hübsche Resultate; die sämtlichen Würflingsflächen (w), welche als schmale Kantenabstumpfun- gen der Timplingskanten erscheinen, kamen mit der regelmässigen Bebärtelung von Staubbüschelchen aus dem Bade

hervor, während alle übrigen Flächen völlig sauber blieben. An einem Krystalle behingen sich dagegen die Knöchlingsflächen (k) und die Timplingsecken in nicht minder auffallender Weise.

Die Würfelborazit-Krystalle vom Kalkberge verhalten sich wesentlich anders, als die Timpelborazit-Krystalle vom Schildsteine. An manchen derselben gelang es auch mir mit grosser Bestimmtheit, das Hankel'sche Gesetz für die Würflingsflächen nachzuweisen. Wenn diese Nachweisung auch nicht immer gelingen wollte, so schien mir dieses Misslingen und die Unklarheit der Resultate doch wenig auffallend. Vorausgesetzt, dass der Krystall die zu dieser Untersuchung geeignetste Beschaffenheit habe, so kommt man zu dem deutlichsten Resultate in Betreff jedes Flächenpaares, wenn man nur die eine Fläche untersucht; denn durch den Gang der Temperaturbewegung in dem Krystalle ist oft die Polarität der anderen Fläche bereits umgeschlagen, bis man derselben das Instrument genähert hat. Je öfter man dann hin und her probirt, um so verwirrter scheinen die Ergebnisse. Ausserdem sind nun die Krystalle in sehr verschiedenem Grade zur Untersuchung der Würflingsflächen tauglich, je nachdem die Flächen der einen oder der anderen mit dem Würflinge kombinierten Form mehr oder weniger vorwiegen und gegen die Würflingsflächen selber entweder zurücktreten, oder über diese vorherrschen.

Die Existenz des Hankel'schen Gesetzes hätte man von vorn herein erwarten können. Ich habe oben der eigenthümlichen diagonalen Reifung der Würflingsflächen gedacht. Die Reifungssysteme je zweier paralleler Würflingsflächen sind nicht parallel, sondern sie kreuzen sich rechtwinklig; wenn auf der vorderen Fläche (bei einer gewissen Stellung) die Reifung von oben rechts gegen unten links läuft, so läuft sie auf der hintern Fläche von oben links gegen unten rechts. Lässt sich wohl von vorn herein eine gleichnamige Polarität oder eine gleichmässige Indifferenz bei zweien Flächen von so kontrastirender Beschaffenheit voraussetzen, wenn nicht durch ihre unmittelbare

Angrenzung an die antilogen Timplingsflächen einerseits und an die analogen Timplings-, Höckertimplings- oder Knöchlingsflächen andererseits der übermächtige Kontrast der Würflingsaxen jenen untergeordneten Gegensatz aufhebt oder wenigstens in hohem Grade überbietet? Beim Timpelborazite sind die Knöchlingsflächen analog, auch beim Würfelborazite stehen sie immer mit den analogen Timplings- und Höckertimplingsflächen in vorzüglichster Verbindung. Wie aber mögen sie sich verhalten, wenn sie vorherrschen? — sind dann die Theile derselben, welche die Flächen des antilogen Timplings berühren und welche die Würflingsflächen von diesen geradezu abtrennen, etwa antilog? — oder treten auch in den Paaren paralleler Knöchlingsflächen polarische Gegensätze auf? Ich war nicht im Stande hierüber Gewissheit zu erlangen. Die Krystalle, an welchen die Knöchlingsflächen vorherrschen, sind gewöhnlich stärker verändert, als alle anderen Varietäten (was vermuthlich von dem Auftreten derselben in einem gewissen Theile des Kalkberges herrührt) und dazu kommt, dass es sehr schwer ist, den Einfluss der an den spitzeren Ecken liegenden Würflingsflächen, sowie der an den stumpferen Ecken liegenden Timplingsflächen zu vermeiden; aber ich glaube wirklich, dass auch die sechs Flächenaxen des Knöchlings beim Würfelborazite als elektrische Axen wirken. — Abgesehen von diesen Verhältnissen, auch bei Krystallen, an welchen die Würflingsflächen vorherrschen, lässt es sich erwarten, dass in Kombinationen, in welchen die Flächen des antilogen Timplings nur untergeordnet, oft selber sehr klein sind, die Polarität dieser untergeordneten Flächen sich über die ganzen Würflingsflächen geltend machen könne, bis in die nächste Nähe der hier stets sehr kleinen und oft gänzlich mangelnden analogen Timplingsflächen? Es giebt derartige Varietäten, zu Lüneburg sowohl, als auch zu Segeberg, welche kaum unter der Lupe Spuren der Knöchlingsflächen zeigen; bei solchen müsste dann der ganze Krystall antilog sein, mit Ausnahme der vier Eckpunkte, in welchen die Spuren von Knöchlingsflächen zusammentreffen, und der durch diese

Flächen ersetzten Kantentheile selbst. Vollends bei den Krystallchen von Segeberg, bei welchen es mir selber noch nicht ganz zweifellos ist, ob nicht bisweilen die Timp-
lingsflächen vollständig fehlen, und bei welchen diese Flächen kaum jemals mit blossen Auge wahrnehmbar, ebenso auch die Knöchlingsflächen äusserst schmal sind, letztere aber an den antilogen Polen ebenso zusammenzutreffen scheinen, wie an den analogen; auch hier war gewiss die Polarität der Ecklingsachsen von vorn herein viel wahrscheinlicher, als, so zu sagen, das Aufgehen des ganzen Krystalls in eine einzige Polarität. Ich bezweifle nicht das Vorherrschen des polarischen Gegensatzes der Pole der Würflingsachsen nach dem alten Häüy'schen Hauptgesetze; aber ich glaube, dass man hier von vorn herein die erst von Hankel nachgewiesene Polarität der Ecklingsachsen, den Kontrast der parallelen Würflingsflächen hätte erwarten müssen, und dass man berechtigt ist, denselben auch allgemein gelten zu lassen, selbst wo der Zustand der untersuchten Krystalle der Ermittlung des elektrischen Verhaltens nicht mehr günstig ist.

Der Würfling ist nun am Würfelborazite, indem drei seiner Flächen antilog und die drei anderen analog werden, offenbar in einer ganz anderen Weise hälblingisch, als am Timpelborazite, wo alle Würflingsflächen sich antilog verhalten. Er zerfällt hier in zwei Hälblinge, deren jeder aus dreien Flächen besteht und, wie die analogen und antilogen Flächen auch vertheilt sein mögen, immer ist die Vertheilung so, dass in einer Würflingsecke drei analoge, in der axial entgegengesetzten aber drei antiloge Würflingsflächen zusammentreffen. Die Reifungssysteme der Würflingsflächen entsprechen in Bezug auf die Würflingsecken ganz den Kontrasten, welche das Hauptgesetz für diese Ecken fordert: je um eine analoge Ecke laufen die Reifen in einer zu der betreffenden Würflingsaxe normalen Ebene herum, während sie in den entgegengesetzten antilogen Ecken zusammentreffen. Durch den Kontrast zwischen den parallelen Würflingsflächen selber dagegen werden zwei entgegengesetzte Würflingsecken noch ganz

besonders ausgezeichnet und wird die Würflingsaxe, welche sie verbindet, gleichsam zu einer elektrischen Hauptaxe, in deren einem Pole drei analoge und in deren anderem Pole drei antiloge Würflingsflächen zusammentreffen.

Nach den Elektrizitätsverhältnissen hat also offenbar der Borazit, wenigstens der Würfelborazit (doch wahrscheinlich der Timpelborazit nicht minder, wenn auch bei diesem die Kontraste der Würflingsflächen unter der Übermacht der antilogen Timplingsflächen gar nicht zum Vorschein kommen) einen einaxigen Charakter. Es ist nun die Frage, ob ein solcher Charakter sich nicht auch in dem optischen Verhalten des Borazites äussern müsse. Die Elektrizität ist wohl nicht als ein für sich bestehendes Ding zu betrachten, welches den Borazitkrystallen die Axen der Krystallisation gleichsam vorbildet, eine gestaltete Krystallseele, welcher der Krystallkörper gleichsam nur als Bekleidung dient — sondern vielmehr als eine Wirkung der eigenthümlichen Anordnung der Massentheilchen. Verträgt sich nun eine solche Anordnung der Massentheilchen, welche derartige ungleiche Wirkungen hervorruft, mit der Krystallisation des Borazites, so kann auch das Vorhandensein einer optischen Axe, wie Brewster sie angegeben hat, nicht allein nichts Widersprechendes haben, sondern muss vielmehr aus derselben Anordnung der Massentheilchen, wie es scheint, nothwendig hervorgehen. Wir werden noch weitere Bestätigungen für die einaxige Organisation der Borazitkrystalle kennen lernen und dann noch einen Blick weiter zu thun versuchen dürfen.

Hier will ich eine Vermuthung nicht verhehlen, zu welcher mich die Behandlung elektrisch erregter Borazitkrystalle geführt hat. Dieselbe geht dahin, dass zwischen allen, auch den untergeordnetsten, Flächenpaaren der Borazitkrystalle polarische Gegensätze stattfinden, ja dass auch normal zu denjenigen Flächen, welchen keine parallele gegenüberliegen, wie z. B. den Flächen des linken Höcker-timplings, Axen vorhanden seien, deren Polarität sich eben in der Hälbligkeit selber verrathe.

Endlich aber kann ich auch nicht verschweigen, dass ich sehr wohl für möglich halte, dass die Axen des Häüy-

schen Hauptgesetzes, die des zweiten, von Hankel nachgewiesenen, Gesetzes und endlich alle noch nicht nachweisbaren untergeordneten Axen unter einem Einflusse stehen, welcher sich uns bereits in mehrfacher Hinsicht offenbart hat, nämlich unter dem Einflusse der, die ganze innere Organisation der Borazitkrystalle beherrschenden linken Höckertimplings- und rechten Kugeltimplingsflächen. Der Gegensatz zwischen diesen liegt vielleicht gemeinsam allen jenen auf den besonderen Flächen sich äussernden Axen zu Grunde, indem er die Richtungen der Beweglichkeit der Massentheilchen bestimmt und somit den Gang der Verbreitung der Wärme, der Elektrizität, des Lichtes und des Magnetismus. Auf den letzteren Gegenstand kommen wir weiter unten zurück.

Brewster⁶⁴⁾ schloss aus dem Verhalten eines Stahlmagnetes, dessen Theilchen, wenn derselbe durch Feilen, Zerstossen u. s. w. in einen zerkleinerten Zustand gebracht wird, ihrer magnetischen Eigenschaften beraubt erscheinen, dass auch ein pyroelektrischer Krystall aufhören werde, elektrisch zu sein, wenn man denselben pulverisire. „Um über diesen Punkt Gewissheit zu erhalten, „so lauten seine Worte, „zerstiess ich ein Stück eines grossen undurchsichtigen Turmalins in einem Stahlmörser zum feinsten Pulver. Brachte ich nun das Pulver auf eine Glasplatte und neigte die letztere, so liess es sich abschütten, wie alle harten Pulver, ohne irgend eine Spur von Anhaltung entweder unter sich oder mit dem Glase zu verrathen. Ward aber das Glas bis zu der geeigneten Temperatur erhitzt, so hing das Pulver stark am Glase, und wenn es mit irgend einer trocknen Substanz aufgerührt ward, so haftete es dieser an und ballte sich zu Massen zusammen. Diese Klebrigkeit oder Anlage zusammengeballte Massen zu bilden, verringerte sich mit dem Erkalten und bei der gewöhnlichen Temperatur hatte es wiederum alle Kohärenz verloren. Hieraus folgt, dass der Turmalin seine pyroelektrischen Eigenschaften selbst in dem Zustande des feinsten Staubes behält und dass dieser Staub beim Erhitzen von jedem Körper angezogen wird.“

Da Herr Dr. Karsten (in den unter 53) angezeigten Notizen) bereits dasselbe Verhalten beim pulverisirten Borazit geprüft hat, so wären die Versuche, welche ich anstellte, um Brewster's Beobachtung auch auf den Borazit auszudehnen, zu diesem Zwecke zwar nicht mehr erforderlich gewesen; ich hatte dieselben indessen vorgenommen, ehe ich von jenen Versuchen Kenntniss erlangte und beschreibe hier gern das von mir eingeschlagene Verfahren, da dasselbe ein sehr artiges Experiment gewährt und sehr leicht ausführbar ist. Ich pulverisirte glashelle Krystallchen aus dem Schildsteine, schüttete das Pulver auf eine Glasplatte und legte diese in das Rohr des geheizten Zimmerofens. Während das Pulver sich erwärmte, rieb ich eine Siegellackstange und näherte das geriebene Ende derselben dem auf der Glasplatte liegenden Borazitstaube. Die Erscheinung, welche sich zeigt, ist äusserst auffallend und interessant. Die Stäubchen richten sich der Siegellackstange entgegen, kriechen durch einander, hüpfen auf einander und gestalten sich zu haarförmigen Büscheln und springen endlich schon in ziemlicher Entfernung zur Siegellackstange hinüber. Nähert man die letztere genügend, so hängen sich lange Bärtchen an dieselbe, und die Stäubchen haften mit einer gewissen Zähigkeit an einander, so dass ich keinen bezeichnenderen Ausdruck wüsste, als den der „Klebrigkeit“, welchen Brewster gebraucht. Fängt man mit der Siegellackstange, über der mit dem Borazitpulver bestreuten Glasplatte dahinfahrend, eine Quantität des Pulvers auf und betrachtet dieselbe dann genau, so zeigen sich oft deutlich lebhafte Bewegungen in den Stäubchen, welche nur in der Abstossung der zuvor angezogenen Pole und in der polaren Umkehrung der Stäubchen ihren Grund haben zu können scheinen.

In vollem Maasse verdient unsere Aufmerksamkeit das Verhalten der Krystalle gegen den Magnetismus. Jedermann kennt die Wirkung des Magneten auf Eisen; dasselbe wird von beiden Polen eines solchen angezogen. Anders verhält sich ein zweiter Magnet; gleichnamige Pole zweier Magneten stossen sich ab, während ungleichnamige

sich anziehen. Noch anders verhalten sich andere Körper. Schon A. Bruchmanns erkannte im Jahre 1778, dass das Wismuthmetall von beiden Magnetpolen abgestossen werde, sich also dem Eisen gerade entgegengesetzt verhalte. Herr Becquerel d. Ä. erneuerte diese Beobachtung und dehnte sie auch auf das Antimonmetall aus, welches sich ebenso verhält, wie das Wismuth.

Der ausgezeichnete Englische Physiker Faraday entdeckte endlich mit Hülfe eines grossen Elektromagneten, dass der Magnetismus auf alle Körper wirkt und dass dieselben theils angezogen, theils aber abgestossen werden. Er fand, dass Stäbe von irgend welchem Materiale, durch einen in der Mitte ihrer Länge befestigten Kokonfaden nach Art eines Wagebalkens aufgehängt, zwischen den Polen eines solchen Magneten entweder sich der Verbindungslinie beider Pole parallel, also nach der magnetischen Axe, kurzweg „axial“ richten, oder aber eine zu dieser rechtwinklige, sogenannte „äquatoriale“ Stellung annehmen. Ersteres Verhalten zeigen die von den Magnetpolen angezogenen, letzteres die von den Polen abgestossenen Körper. Die angezogenen nennt man, nach Faraday, magnetische, die abgestossenen diamagnetische. Eine scheibenförmige Platte, ein Stück von irgend einer anderen Gestalt mit ungleichen Ausdehnungen stellt sich, wenn es einem magnetischen Körper angehört mit der Hauptausdehnung axial, wenn es einem diamagnetischen Körper angehört, mit dieser Ausdehnung äquatorial.

Plücker beobachtete, dass bei Körpern, welche eine gewisse Organisation besitzen, von dieser letzteren ein Einfluss ausgeübt wird auf die Stellung zwischen den Magnetpolen. So z. B. ist bei einem Stücke von Baumrinde die Richtung der gestreckten Zellen, der Fasern und Gefässe von einem solchen Einflusse. Diese Bemerkung brachte Plücker auf den Gedanken, ob nicht die innere Organisation der Krystalle, ihre Textur, einen ähnlichen Einfluss üben möchte — und mit den Versuchen, welche er zur Beantwortung dieser Frage anstellte, eröffnete er ein ganz neues Gebiet für krystallophysische Untersuchungen und

eine zwar früher schon geahnte, aber nie durch Beobachtungen zugänglich gemachte Aussicht zur Erweiterung unseres Verständnisses der Natur der Krystalle und vieler Verhältnisse der Gebirgslehre.

Zuerst untersuchte Plücker eine zu optischen Zwecken geschliffene Turmalinplatte, eine rechteckige Tafel, deren längeres Seitenpaar der in der Tafelebene liegenden optischen Axe, der Hauptaxe des Krystalls parallel war. Diese Platte war in Folge eines in dem Turmaline vorhandenen Eisengehaltes magnetisch; beide Magnetpole wirkten aus der Ferne anziehend auf dieselbe. Plücker hing dieselbe in drei verschiedenen Weisen an einem Kokonfaden zwischen den zugespitzten Polen eines Elektromagneten auf. Zuerst so, dass die längeren Seiten der Platte und also die Hauptaxe vertikal war; bei diesem Versuche verhielt sich die Platte wie ein magnetischer Körper, d. h. sie stellte sich so, dass die Tafelränder sich den beiden Magnetpolen zukehrten, also die grösste der zur Disposition des Magnetes gestellten Ausdehnungen axial gerichtet wurde. Dann ward das kürzere Seitenpaar der Platte vertikal gehängt, nun richtete sich die Platte wie ein diamagnetischer Körper, die Hauptaxe stellte sich äquatorial. Ebenso war der Erfolg, als die Platte so aufgehängt war, dass sie frei in horizontaler Stellung schwingen konnte. In beiden letzteren Fällen schien also die Hauptaxe gleichsam abgestossen zu werden von den Magnetpolen.

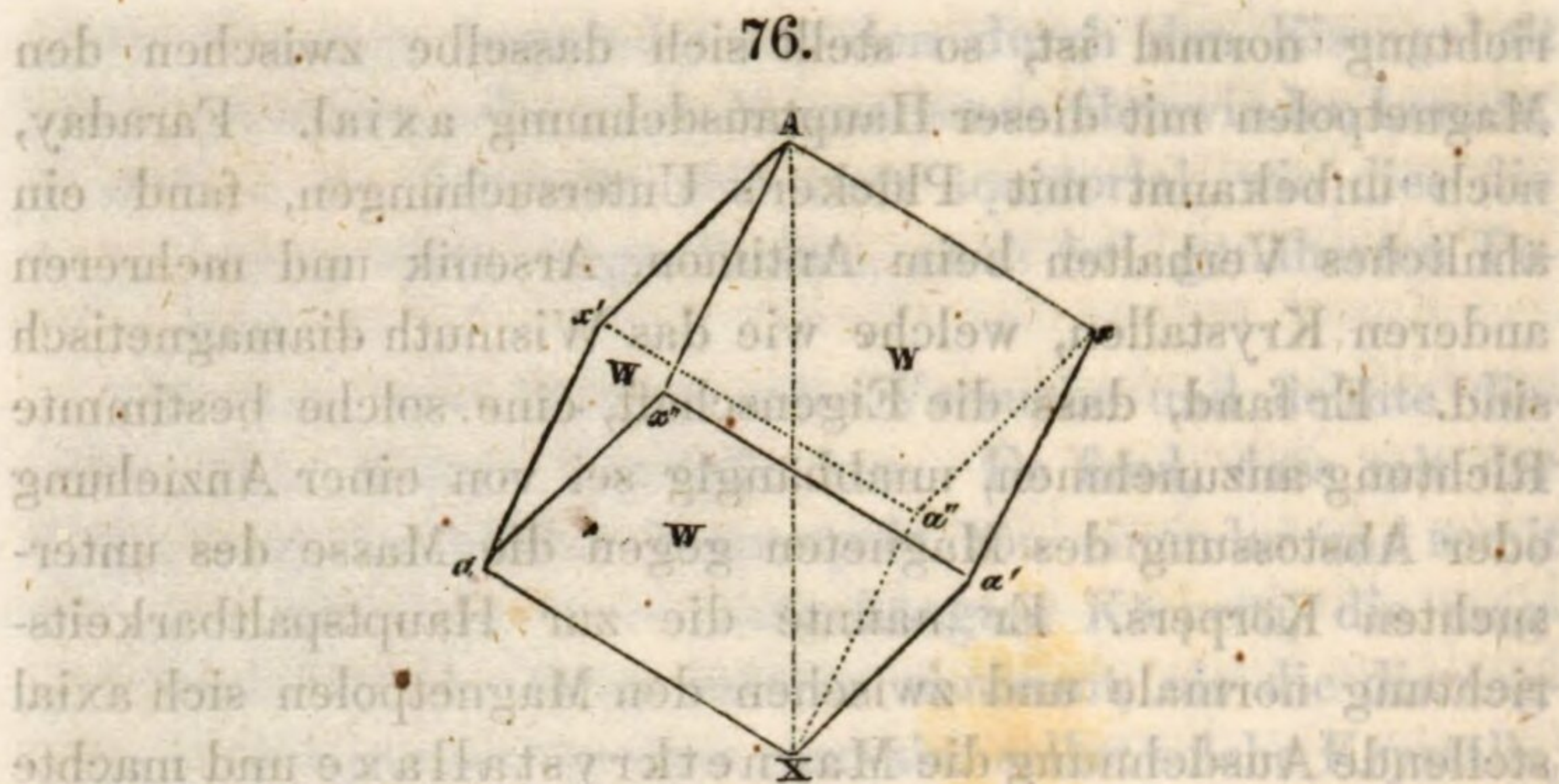
Nun nahm Plücker zu seinen Versuchen ganze Turmalinkrystalle, welche im Allgemeinen die Form drei- oder sechsseitiger Stäbchen mit flachen drei- oder sechsfachen Zuspitzungen haben (immer aber an beiden Enden polarisch verschiedene Flächen besitzen). Die angewandten Krystalle waren grösstentheils magnetisch, nur einige ganz wasserhelle wurden von den Polen nicht angezogen. Nach Art eines Wagebalkens an einem Kokonfaden aufgehängt, richteten sich die magnetischen Krystalle anfänglich, da die Magnetpole sehr nahe beisammen waren, allerdings axial, allein als die Pole weiter von einander entfernt wurden, so dass der Diamagnetismus, welcher in der Organisation

dieser Krystalle begründet ist, den durch den Eisengehalt hervorgerufenen schwachen Magnetismus überwinden konnte, so stellten die Krystalle sich stets äquatorial, wie dies die wasserhellen, nicht magnetischen, auch bei genäherten Polen thaten.

Plücker vervielfältigte seine Versuche und dehnte dieselben über andere Krystalle aus. Er fand, dass mit der Entfernung der beiden Magnetpole von einander und somit von den zwischen ihnen aufgehängten Körpern, die magnetisch-anziehende Kraft rascher abnimmt, als die diamagnetisch-abstossende, so dass man also selbst solche Krystalle, einer ihrer Krystallisation nach wesentlich diamagnetischen Mineralsubstanz, welche durch einen unwesentlichen Gehalt an Eisen Magnetismus besitzen, gleichwohl als diamagnetisch erkennen kann, wenn man sie zwischen genügend weit von einander abstehenden Polen untersucht. Durch die Untersuchung verschiedener Krystalle kam Plücker bald zu der (später wesentlich modifizirten) Ansicht, dass die optischen Axen der Krystalle von den Magnetpolen abgestossen würden und dass die äquatoriale Stellung, welche solche Krystalle einnehmen, die Folge dieser Abstossung sei.⁶⁵⁾

Diese Ansicht musste bald eine andere Gestalt gewinnen. Faraday, welcher fortwährend mit Fundamentalversuchen über Elektrizität, Magnetismus und andere verwandte Gebiete beschäftigt war, entdeckte ein höchst merkwürdiges Verhalten des Wismuthes. Hängt man ein feinkörniges (also aus zahllosen, in verschiedener Richtung durch einander liegenden Krystallchen bestehendes) Stück dieses Metalles zwischen den Magnetpolen auf, so verhält es sich als ein diamagnetischer Körper; die Hauptausdehnung stellt sich äquatorial. Aber anders ist es, wenn man ein einfaches Krystallstück anwendet. Faraday⁶⁶⁾ bemerkte, dass von den (schon beim Zerschlagen hervortretenden) Spaltbarkeitsrichtungen der Wismuthkrystalle die eine auffallend vorherrsche. Schneidet man nun aus einem solchen Krystalle ein Stäbchen in der Weise, dass die Hauptausdehnung zu der Ebene dieser vorwaltenden Spaltbarkeits-

richtung normal ist, so stellt sich dasselbe zwischen den Magnetpolen mit dieser Hauptausdehnung axial. Faraday, noch unbekannt mit Plücker's Untersuchungen, fand ein ähnliches Verhalten beim Antimon, Arsenik und mehreren anderen Krystallen, welche wie das Wismuth diamagnetisch sind. Er fand, dass die Eigenschaft, eine solche bestimmte Richtung anzunehmen, unabhängig sei von einer Anziehung oder Abstossung des Magneten gegen die Masse des untersuchten Körpers. Er nannte die zur Hauptspaltbarkeitsrichtung normale und zwischen den Magnetpolen sich axial stellende Ausdehnung die Magnetkrystallaxe und machte von dem Vorhandensein dieser Axe Schlüsse auf die Krystallisation der betreffenden Metalle selbst. Es stellen jene Metalle nämlich Krystallgestalten dar, welche Würflingen und Kombinationen von solchen mit Formen, die sich aus denselben ableiten lassen, in hohem Grade, ja täuschend ähneln und früherhin allgemein für solche gehalten waren. Aber Faraday schloss, dass diese Gestalten, so wenig es auch immer sein möchte, sich von der Gleichaxigkeit in der That entfernen müssten: es müsse ihre Grundform ein Zähnling (spitzes Rhomboeder) oder Zweckling (stumpfes Rhomboeder) sein und die vermeinte Würfelform also rationell so gestellt werden, wie Fig. 76 (folgende Seite), dass die eine der vermeintlichen Würflingsaxen als Hauptaxe erschiene; die Hauptspaltbarkeit entspreche dann, wie bei vielen einaxigen Krystallen den normal zur Hauptaxe liegenden Plättlingsflächen (Basisflächen). Die Bedeutung dieser von Faraday aufgestellten Vermuthung kann nur erhöht werden durch die von Gustav Rose mit Hülfe sehr genauer Winkelmessungen unmittelbar gelieferte Nachweisung, dass die Grundformen der obigen, bisher für würflig gehaltenen Krystalle, wirklich Zwecklinge seien, welche jedoch nur um wenige Grade in ihren Kanten von der Rechtwinklichkeit der Kanten eines ächten Würflings abweichen. Zwar hatte der Deutsche Krystallologe diese Nachweisung schon geliefert, bevor der Englische Physiker den obigen Zusammenhang darlegte; allein Letzterer hatte noch keine Kunde davon, und es ist kein Zweifel, dass er die Ent-



deckung, wenn sie nicht von Rose gemacht worden wäre, durch seine magnetischen Experimente würde hervorge- rufen haben. Wie wichtig versprechen aber solche Zusam- menhänge für die Fortschritte der Wissenschaft zu werden, indem die eine Seite der Natur der Krystalle, welche unter- sucht ist, einen Schluss auf eine andere Seite gestattet! Es stellen sich diese Zusammenhänge ganz vollkommen neben den von Brewster ermittelten so wunderbaren Zu- sammenhang, zwischen dem optischen Verhalten der Kry- stalle und ihrer Krystallisation. Beim Wismuth, Antimon, Arsenik liegt die Abweichung von der Würfelform noch im Bereiche der unserer unmittelbaren Messung zugänglichen Grössen. Allein es kann Krystalle geben, welche dem Würfel so nahe kommen, dass keine Messung die Abweichung nachweisen mag — und doch wird die Optik den Beweis der Abweichung finden und der Magnet sie verrathen. Wir sind hier wieder bei der Frage über die Borazit- krystalle angekommen, bei welchen es sich um eine solche Entscheidung handelt. Brewster hat gesprochen; wird das Verhalten der Borazitkrystalle zwischen den Magnetpolen die Angaben des grossen Optikers bestätigen? Doch ver- schaffen wir uns zunächst eine Übersicht über den gegen- wärtigen Stand unserer Kenntnisse von dem Magnetismus und Diamagnetismus der Krystalle überhaupt.

Plücker beeilte sich, nach Faraday's Beobachtungen, dieselben zu wiederholen, zu prüfen und zu erweitern. ⁶⁷⁾ Er untersuchte eine grosse Menge verschiedener Krystalle

und berücksichtigte dabei sorgfältig den in vielen vorhandenen unwesentlichen Magnetismus und gelangte nun zur Ermittlung eines ganz neuen Gesetzes. Er fand, dass es optisch- und krystallographisch einaxige Krystalle gebe, deren mit der krystallographischen Hauptaxe identische optische Axe sich zwischen den Magnetpolen äquatorial stellt, also gleichsam abgestossen wird von den Magnetpolen, aber auch andere, bei welchen diese Axe sich axial stellt, also gleichsam angezogen wird, und zwar fand Plücker, 68) dass auf erstere Weise sich diejenigen Krystalle verhielten, deren optische Axe, wie beim Turmalin, Kalkspath u. s. w., eine repulsive (oder negative) ist, während auf die zweite Weise sich die mit einer attraktiven (oder positiven) optischen Axe versehenen Krystalle verhielten, wie Bergkrystalle (Quarz), Wismuth, Arsenik u. s. w. Dieses von Plücker aufgestellte Gesetz ist angefochten worden. Knoblauch und Tyndall fanden dasselbe bei Untersuchungen, welche sie anstellten, nicht bestätigt, sondern konstatirten entschiedene Widersprüche gegen dasselbe. 69) Allein Plücker 70) wies nach, dass die scheinbar widersprechenden Resultate auf der Störung beruhen, welche von unwesentlichem Magnetismus in den diamagnetischen Krystallen herrührt. So verhalten sich Kalkspathkrystalle, wenn sie, wie dieses so häufig der Fall ist, als Ersatz für Kalkerde etwas Eisenoxydul enthalten, dem Verhalten des reinen Kalkspathes gerade entgegengesetzt. Dass zwischen den krystallographischen Axen und den optischen Axen der Krystalle ein wesentlicher Zusammenhang stattfindet, ist unbezweifelt. Dass aber auf die krystallographischen Axen der Magnetismus und Diamagnetismus eine ganz bestimmte Einwirkung ausübe, und zwar bei magnetischen Krystallen eine gerade entgegengesetzte, als bei diamagnetischen Krystallen, dieses geht aus den Untersuchungen von Knoblauch und Tyndall selber deutlich genug hervor. Es lassen sich sogar die Erscheinungen dieser verschiedenen Krystalle mit völlig unkrystallinischen (organischen) Substanzen künstlich nachahmen, wenn man diesen eine verschiedene Dichtigkeit in ihren verschiedenen Dimensio-

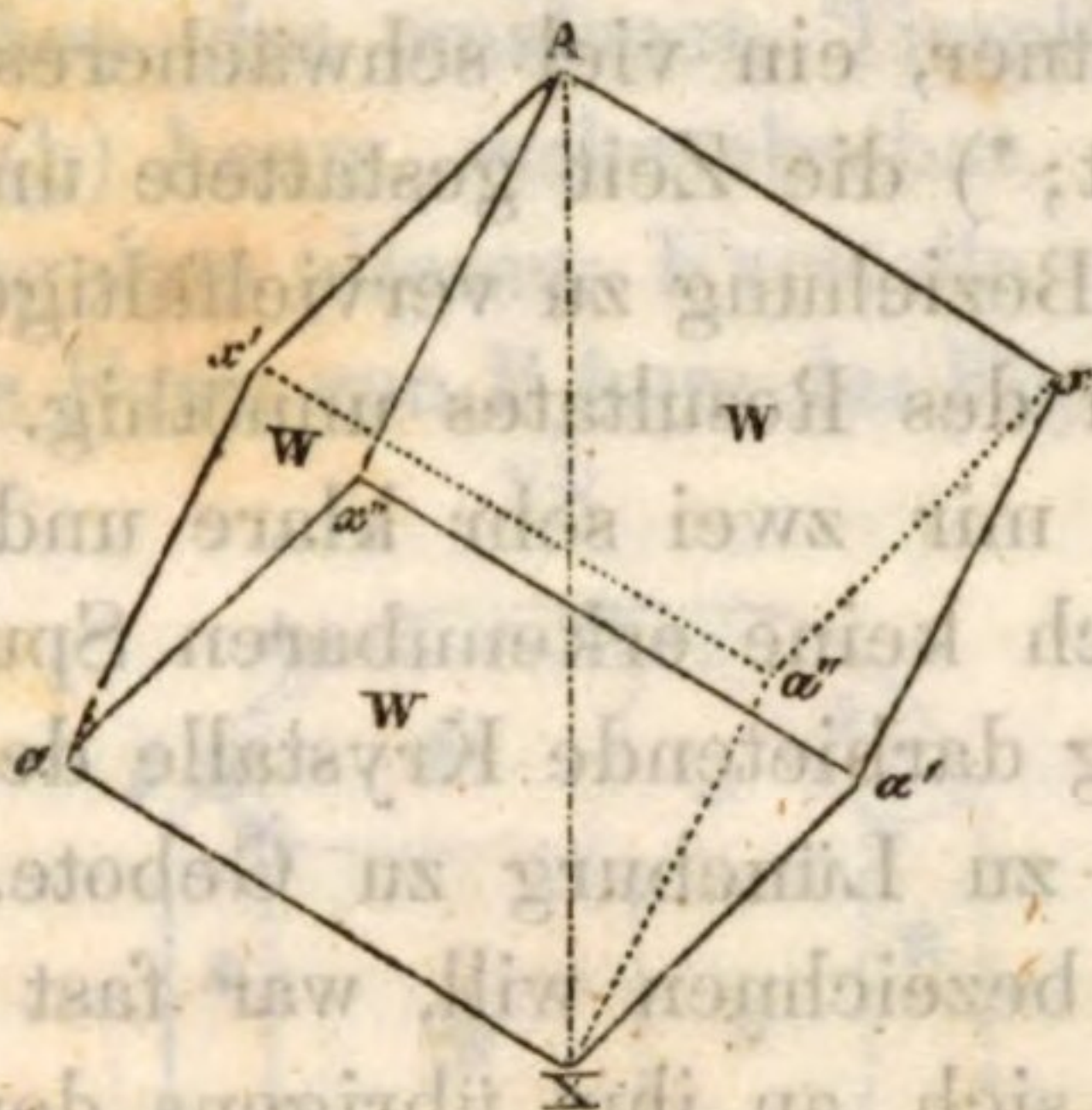
nen verleiht und sie bald diamagnetisch, bald magnetisch macht. Mehl ist vollkommen diamagnetisch; ein Stäbchen von Mehlteig stellt sich zwischen den Magnetpolen äquatorial. Mengt man aber dem Teige eine Spur von Eisenfeilicht hinzu, so wird derselbe magnetisch und ein Stäbchen, aus demselben geformt, stellt sich axial. Drückt man ein rein diamagnetisches Mehlteigstäbchen in der Richtung seiner Hauptausdehnung zusammen, so bekommt es in dieser Richtung eine grössere Dichtigkeit, als in den zu derselben normalen Richtungen, es bekommt so gleichsam die Textur eines einaxigen Krystalles. Die Hauptaxe dieses Mehlstäbchens bleibt stets äquatorial und wenn man auch die Zusammendrückung so weit treibt, dass das Stäbchen zu einer dünnen Platte wird. Ebenso bleibt ein solches durch beigemengtes Eisenfeilicht magnetisch gemachtes Mehlteigstäbchen stets axial, wenn es auch zu einer Platte zusammengedrückt wird. — Dürfen wir nun die Überzeugung haben, dass ein bestimmter Zusammenhang, zwischen der Krystallisation und dem Magnetismus und Diamagnetismus der Krystalle vorhanden ist, so kann man wohl kaum zweifeln, dass auch zwischen den letzteren Erscheinungsgebieten und den optischen Verhältnissen der Krystalle ein bestimmter Zusammenhang vorhanden sein werde und man fühlt sich daher für das Plücker'sche Gesetz gleichsam zu einem günstigen Vorurtheile bestimmt. 71)

Hervorgehoben zu werden verdient das völlig unbestrittene Gesetz, dass die Krystalle, welche gleichaxige Grundverhältnisse besitzen und somit ächte Würflinge, Ecklinge, Knöchlinge u. s. w. darstellen, durchaus keine vorherrschende Richtung unter dem Einflusse des Magnetismus oder Diamagnetismus annehmen und dass man somit in ihrem Verhalten zwischen den Magnetpolen ein schönes Erkennungsmittel der Grundverhältnisse ihrer Krystallisation besitzt, wo die Form nicht ausgebildet, oder unerkennbar oder schwer von einaxigen Formen unterscheidbar ist. Hat aber Faraday durch dieses Verhalten die Abweichung der Wismuth- und Antimonkrystalle von der Würflingsform nachweisen können, dürfen wir nicht auch

hoffen, eine solche Entscheidung für den Borazit zu erlangen?

Ich habe oben nachgewiesen, dass das von Hankel zuerst nachgewiesene Elektrizitätsgesetz des Borazites diesen durchaus als einaxig charakterisire. Wir können den Würfling des Borazites so stellen, wie in Fig. 76* und so,

76.*



dass dabei die drei oberen Flächen antilog, die drei unteren Flächen analog elektrisch sind; die drei unteren Flächen sind dann horizontal gereift, die Reifungen der drei oberen aber gegen den Scheitel gerichtet. Ein Krystall nun, welcher den Elektrizitätsverhältnissen nach so evident als einaxig erscheint, sollte dieser nicht auch magnetisch sich als einaxig erweisen?

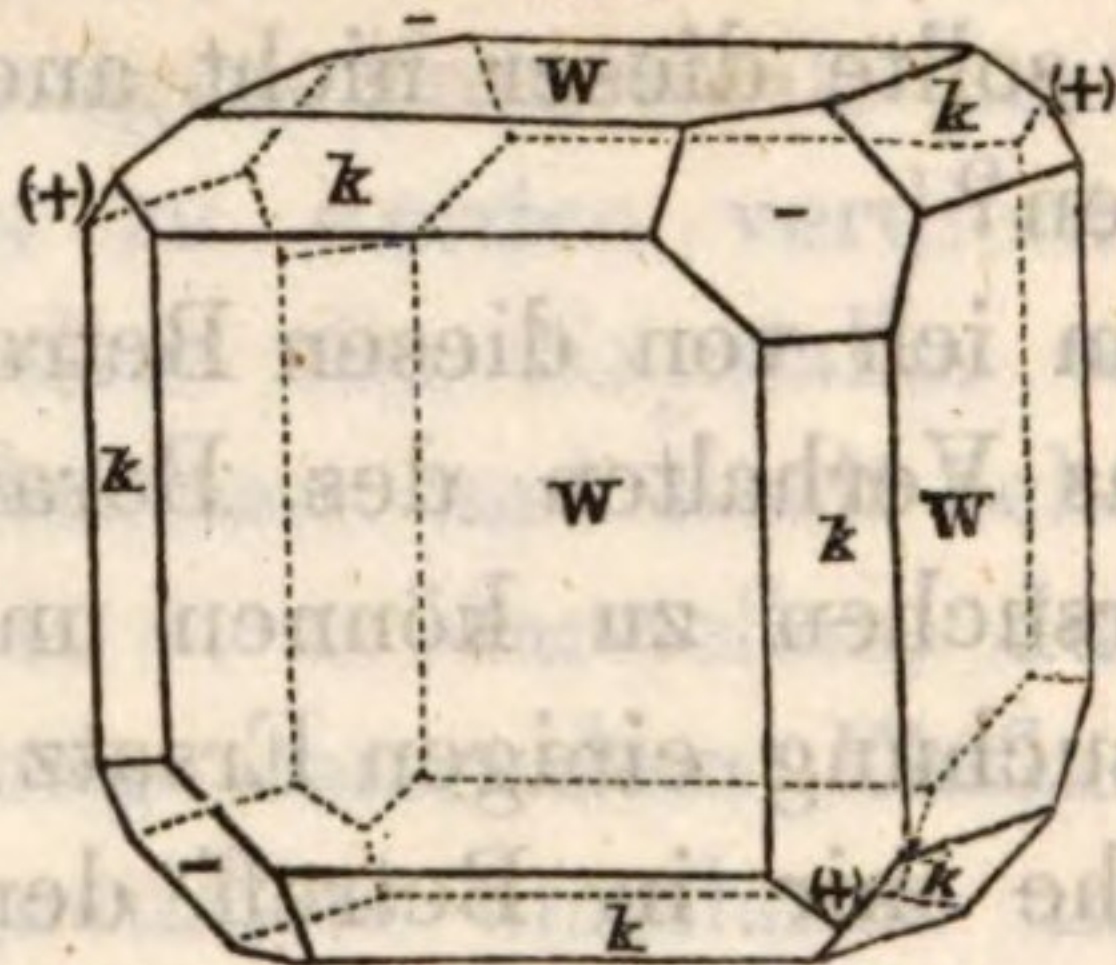
Es war, indem ich von diesen Betrachtungen ausging, mein Wunsch, das Verhalten des Borazites zwischen den Magnetpolen untersuchen zu können und ich hoffte durch eine solche Untersuchung einigen Ersatz zu finden für die Verzichtung, welche mir in Betreff der optischen Untersuchung auferlegt war. Auf meine Bitten gewährte mir mein geehrter Kollege, Herr Professor Mousson, Lehrer der Physik an der Kantons- und Hochschule zu Zürich nicht allein die Benutzung eines sehr kräftigen Elektromagneten, sondern auch die Gunst seiner persönlichen Leitung der Experimente.

Da der Borazit stets, wie oben (Seite 85) angeführt ist, eine geringe Menge von Eisenoxydul enthält, so lässt sich erwarten, dass derselbe in einigem Grade magnetisch sein werde. Wirklich wird derselbe, in die Nähe eines Poles des Elektromagneten gebracht, mit grosser Heftigkeit von demselben angezogen.

Der Elektromagnet, dessen wir uns bedienten, war mit konischen Polen versehen. Seine Tragkraft belief sich auf 14 Zentner, ein viel schwächeres Instrument hätte vielleicht genügt;*) die Zeit gestattete uns nicht, die Versuche in dieser Beziehung zu vervielfältigen; auch erschien dieses in Betreff des Resultates unnöthig.

Es standen mir zwei sehr klare und selbst unter der besten Lupe noch keine erkennbaren Spuren einer erlittenen Veränderung darbietende Krystalle des Würfelborazites vom Kalkberge zu Lüneburg zu Gebote. Der eine, welchen ich mit A bezeichnen will, war fast ein reiner Würfling; es zeigten sich an ihm übrigens deutlich die Flächen des antilogen Timplings(—), sehr schmal die Flächen des Knöchlings(k) und kaum dem Auge wahrnehmbar die Flächen des analogen Timplings (+) und Höckertimplings (b); für das blosse Auge bot derselbe so ziemlich den Anblick der Fig. 77 dar. Der Krystall maass in den Würflings-

77.

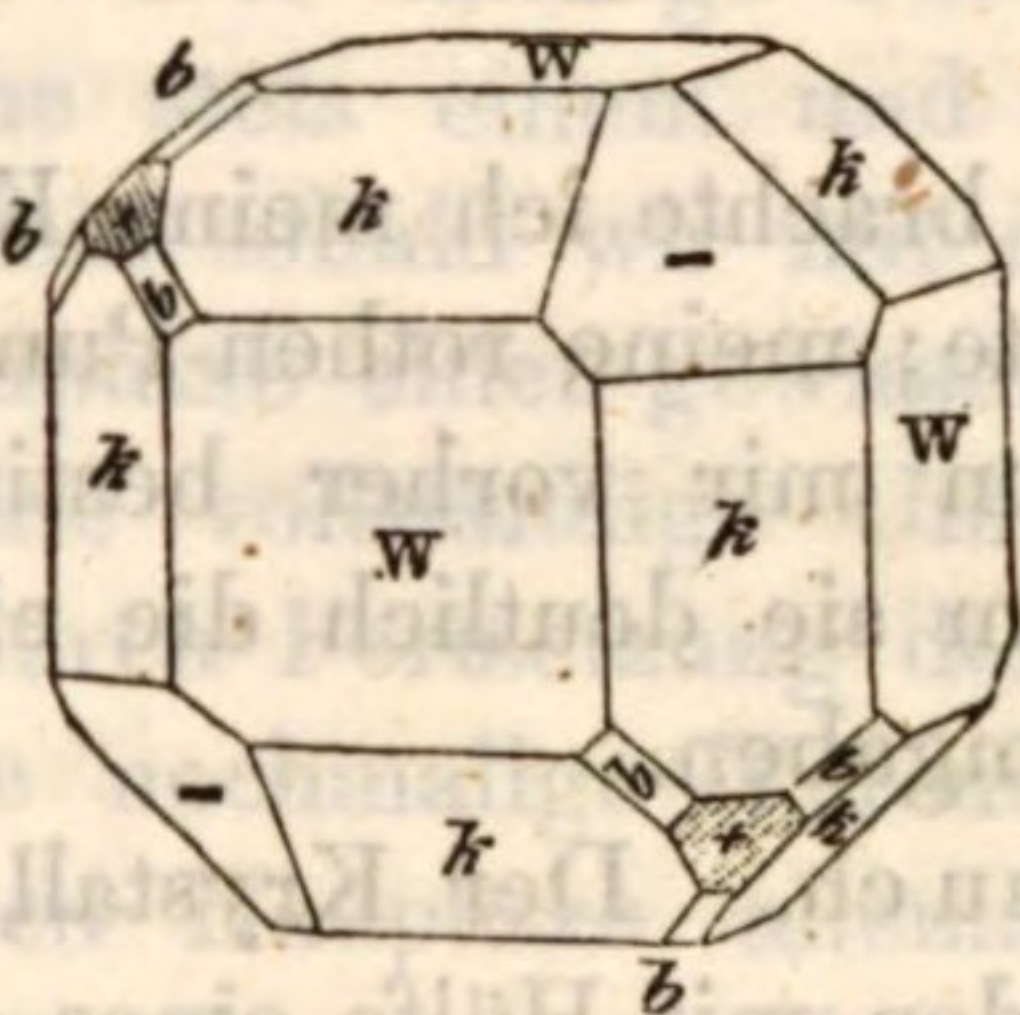


kanten $1\frac{2}{3}$ Linien; er war sehr klar, wenngleich durch organische Substanz durch und durch etwas graulich gefärbt. Seine Würflingsflächen liessen die mosaikartige

*) Faraday erhielt sehr deutliche Resultate vom Wismuth und Kalkspath bei der Anwendung eines gewöhnlichen Hufeisenmagneten, welcher nicht mehr als sieben Unzen Tragkraft hatte.

Zusammensetzung aus kleinen Würflingen und keine deutliche Spur der diagonalen Reifung erkennen. Er war, als Krystall, von hoher Regelmässigkeit, gleichwohl kein mathematischer Würfel. — Der andere Krystall, den ich mit B bezeichne, hatte vorherrschende Knöchlingsflächen (k); die Würflingsflächen (w) waren beträchtlich kleiner, die Flächen des antilogen Timplings (—) grösser, als die Würflingsflächen, und fast den Knöchlingsflächen gleich; dagegen waren die Flächen des analogen Timplings (+) und des Höckertimplings (b) kaum wahrnehmbar. Die Kugeltimplingsflächen mangelten diesem Krystalle ebenso, wie dem Krystalle A. Die Form von B kam der Fig. 78 am nächsten.

78.



Er mass in den Würflingsaxen gegen 4 Linien, war vollkommen klar und ganz licht grünbläulich, einer der schönsten Borazitkrystalle, welche vorkommen. Die Würflingsflächen liessen theilweise die diagonale Reifung unter der Lupe wahrnehmen. Die Ausbildung der Masse um den Mittelpunkt war ziemlich bedeutend ungleichmässig; dazu kam, dass dieser Krystall nicht ganz vollständig war, sondern einige seiner Flächen grösserentheils mangelten, indem ein anderer Krystall, mit welchem er in unregelmässiger Weise zusammengewachsen gewesen war, einen beträchtlichen Eindruck in ihm zurückgelassen hatte.

Beide Krystalle wurden von mir am Tage bevor Herr Professor Mousson den grossen Elektromagneten im physikalischen Kabinette auf hiesiger Kantonsschule zum Experimente in Bereitschaft hielt, frisch aus dem salzhaltigen Gypsgesteine entnommen und auf ihre elektrischen Axen untersucht. Die drei antilogen Würflingsflächen wur-

den unmittelbar bei dieser Untersuchung, welche (nach einer vorherigen Abwaschung der Krystalle in Salzsäure, um möglicher Weise anhängenden Eisenoxyd, von dem übrigens keine Spur wahrnehmbar war, zu entfernen) nur bei schwachen Temperaturveränderungen vorgenommen ward (theils, weil bei solchen die Bestimmung zuverlässiger ist, theils um die Ausscheidung des Eisenoxydulgehaltes zu verhüten) mit einer Spur von Kermessaft roth bezeichnet. Die elektrische Hauptaxe war auf diese Weise bestimmt; bei dem Krystalle A litt diese Bestimmung, nach meiner Ansicht, keinen Zweifel; bei dem Krystalle B fühlte ich nicht die gleiche Sicherheit (gleichwohl zeigte sich hernach, dass ich in der Bestimmung auch hier wahrscheinlich glücklich gewesen war).

So vorbereitet brachte ich meine Krystalle zum magnetischen Experimente; meine rothen Punkte dienten, um uns leicht über die von mir vorher bestimmte Hauptaxe zu verständigen, indem sie deutlich die eine Fläche des antilogen Timplings umgaben.

Erster Versuch. Der Krystall A wurde an einem einfachen Kokonfaden mit Hülfe eines ganz geringen Körnchens von farblosem Klebwachs so aufgehängt, dass eine der Würflingsachsen, aber nicht die mit der elektrischen Hauptaxe zusammenfallende, vertikal hing. Bei dieser Aufhängung waren also drei Würflingsachsen, unter welchen die elektrische Hauptaxe, transversal, unter Winkeln von $19^{\circ} 28' 16''$ gegen den Horizont geneigt. Sobald der Krystall so frei schwingend zwischen den beiden (noch unwirksamen) Magnetpolen zur Ruhe gelangt war, wobei die elektrische Hauptaxe eine nahezu äquatoriale Lage bekommen hatte, ward der Magnet in Wirksamkeit gesetzt: mit grosser Entschiedenheit stellte sich der Krystall sogleich mit der elektrischen Hauptaxe möglichst axial. Eine ganz geringe Abweichung der Verbindungslinie der beiden entsprechenden Würflingsecken von der Axialrichtung, welche sich bei diesem und bei allen späteren Versuchen wahrnehmen liess, machte uns erst aufmerksam auf die schwache Verzerrung des Würflings, welche zuvor

unseren Augen entgangen war und in Folge deren die betreffende Hauptaxe nicht mit jener Verbindungslinie zusammenfiel. — Durch Umstellung des Statifs suchten wir, bei zahlreichen Wiederholungen dieses Versuches unter kleineren Modifikationen, die verschiedensten Ruhelagen vor der Wirksamkeit des Elektromagneten zu erzielen; gleichwohl war der Erfolg immer der nämliche, indem allemal, so wie der Magnet wirksam wurde, die Hauptaxe in die axiale Stellung eintrat. Der Schwerpunkt des Krystalls wurde dabei, wie es eben die Eigenthümlichkeit des Verhaltens der Krystalle zwischen den Magnetpolen ist, durchaus nicht von seiner Stelle gerückt, sondern einzig um sich selbst gedreht. Der antiloge Pol war bei der ersten Reihe der Versuche stets einem und demselben Magnetpole zugekehrt; allein sobald wir mit der Veränderung der Ruhelagen der Hauptaxe einen gewissen Grad überschritten hatten, erfolgte eine vollständige Umwechslung und wir überzeugten uns durch Fortsetzung der Umstellungen und durch eine spätere nochmalige Versuchsreihe, dass jeder Pol der elektrischen Hauptaxe allemal sich demjenigen Magnetpole zukehrte, in dessen Hemisphäre derselbe bei der Ruhelage gerathen war. Der Äquator des Krystalls fiel, entsprechend der geringen Abweichung der betreffenden Würfelaxe von der krystallographischen und elektrischen Hauptaxe, nicht vollkommen mit dem Äquator des Magneten zusammen; sobald aber die Ruhelage der Hauptaxe denselben überschritt, so erfolgte mit der Wirksamkeit des Magneten die Umkehrung der Pole. — Dass die elektrische Hauptaxe des Krystalls auch durch das diamagnetische Verhalten sich als eine Hauptaxe charakterisire, war schon nach diesem Versuche vollkommen deutlich.

Zweiter Versuch. Derselbe Krystall A wurde nunmehr so aufgehängt, dass die Hauptaxe vertikal hing. Bei dieser Aufhängung befanden sich also die drei anderen Würflingsachsen in gleicher transversaler Lage. Der Krystall zeigte, zur Ruhe gelangt, wenn der Magnet in Wirksamkeit trat, eine gewisse Trägheit; lag eine der Würflingsachsen

nahezu axial, so blieb er völlig in Ruhe; wichen alle drei Axen von dieser Lage ab, so erfolgte, langsam und einigermaßen matt, aber doch sicher, eine Drehung, bis eine der Axen axial stand; dann trat Ruhe ein. So viel wir auch durch Umstellung des Statifs den Versuch abzuändern uns bemühten, es zeigte sich als ganz gleichgültig, welche von diesen drei Nebenaxen der axialen Stellung zunächst war; jedesmal ward diese nächste vollends axial eingestellt.

Dritter Versuch. Der nämliche Krystall A wurde, durch Befestigung des Fadens im Mittelpunkte einer Würflingsfläche so aufgehängt, dass zwei Würflingsflächen horizontal, vier also vertikal hingen, also so, wie der Krystall in Fig. 77 oben abgebildet ist. Bei dieser Aufhängung lagen alle vier Würflingsaxen transversal, unter Winkeln von $44^{\circ} 44' 28''$ gegen den Horizont geneigt, und alle vier in Bezug auf die Magnetwirkung gleichbegünstigt. Sobald der Magnet in Wirksamkeit trat, eilte die elektrische Hauptaxe, sich (möglichst) axial zu stellen, und, wie wir auch durch Umstellung des Statifs die Ruhelage veränderten, stest war der Erfolg derselbe. Es war auch nicht die geringste Beeinträchtigung des Vorranges der Hauptaxe durch die drei anderen, konkurrierenden Würflingsaxen zu spüren, so sehr überbot der Einfluss der letzteren. — Dieser Versuch bestätigte mit der grössten Entschiedenheit, wie es uns schien, das Vorhandensein einer Hauptaxe im Borazit.

Vierter Versuch. Der Krystall B wurde so aufgehängt, wie der Krystall A im ersten Versuche. Die Hauptaxe stellte sich axial; nur war die Abweichung der formellen betreffenden Würfelaxe von der Magnetaxe bedeutend stärker, als bei dem ersten Krystalle; doch liess dieser Versuch keinen Zweifel.

Fünfter Versuch. Derselbe Krystall B wurde so aufgehängt, wie der Krystall A im zweiten Versuche. Das Resultat war undeutlich; die Stellungen, welche der Krystall einnahm, wichen beträchtlich von den Nebenaxen ab, welche durch die Lage der Würflingsflächen formell angedeutet waren. Wir waren der Ansicht, dass diese Abweichungen in der weit geringeren Symmetrie und in der

partiellen Unvollständigkeit dieses Krystalls begründet seien und dass weitere Versuche mit demselben keine zuverlässigere Resultate hoffen liessen. Wir kehrten daher zu dem Krystalle A zurück und wiederholten die Versuche mit demselben. Um selbst die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass die zur Bezeichnung der antilogen Würflingsflächen benutzte Farbe (welche übrigens keinen Magnetismus erwarten liess) auf die Resultate Einfluss geübt haben könne, wurden die Spuren derselben fast vollkommen vertilgt. Gleichwohl traten genau dieselben Erscheinungen ein, wie bei der ersten Versuchsreihe, und wir waren der Ansicht, indem wir die Versuche schlossen, dass über das Verhalten des Krystalls A nicht der geringste Zweifel bleiben könne. Alle Umstellungen des Krystalls waren stets mit einer solchen Bestimmtheit und Präzision erfolgt, dass nicht einmal ein Schwanken beim Übergange aus der Ruhelage in die magnetische Stellung bemerkbar wurde.

Somit hat der Borazit elektrisch und diamagnetisch eine Hauptaxe und zwar fällt die elektrische Hauptaxe mit der diamagnetischen Hauptaxe zusammen. Aber eine ganz besondere Merkwürdigkeit bietet derselbe noch dadurch dar, dass die elektrischen Nebenaxen, wenigstens diejenigen drei, welche mit den Würflingsaxen zusammenfallen, ebenso zugleich diamagnetische Nebenaxen sind — ein Verhältniss, welchem Ähnliches noch aus keiner anderen Beobachtung an die Seite gestellt werden kann.

Es steht mir nicht zu, die Entscheidung der oben erwähnten Differenz der Ansichten zwischen Knoblauch und Tyndall einerseits und Plücker andererseits, in Betreff des von Letzterem aufgestellten Gesetzes über die axiale und äquatoriale Stellung der optisch positiven und negativen Krystalle, zu antizipiren. Allein ich glaube gleichwohl nicht unerwähnt lassen zu sollen, dass der Borazit nach dem Plückerschen Gesetze sich zwischen den Magnetpolen wie ein optisch positiv einaxiger Krystall verhält und dass dieses Verhalten in bemerkenswerther Weise mit Brewster's Angabe zusammenstimmt, dass der Borazit eine attraktive optische Axe besitze, welche, wie die elektrisch-

diamagnetische Hauptaxe mit einer der Würflingsaxen zusammenfalle.

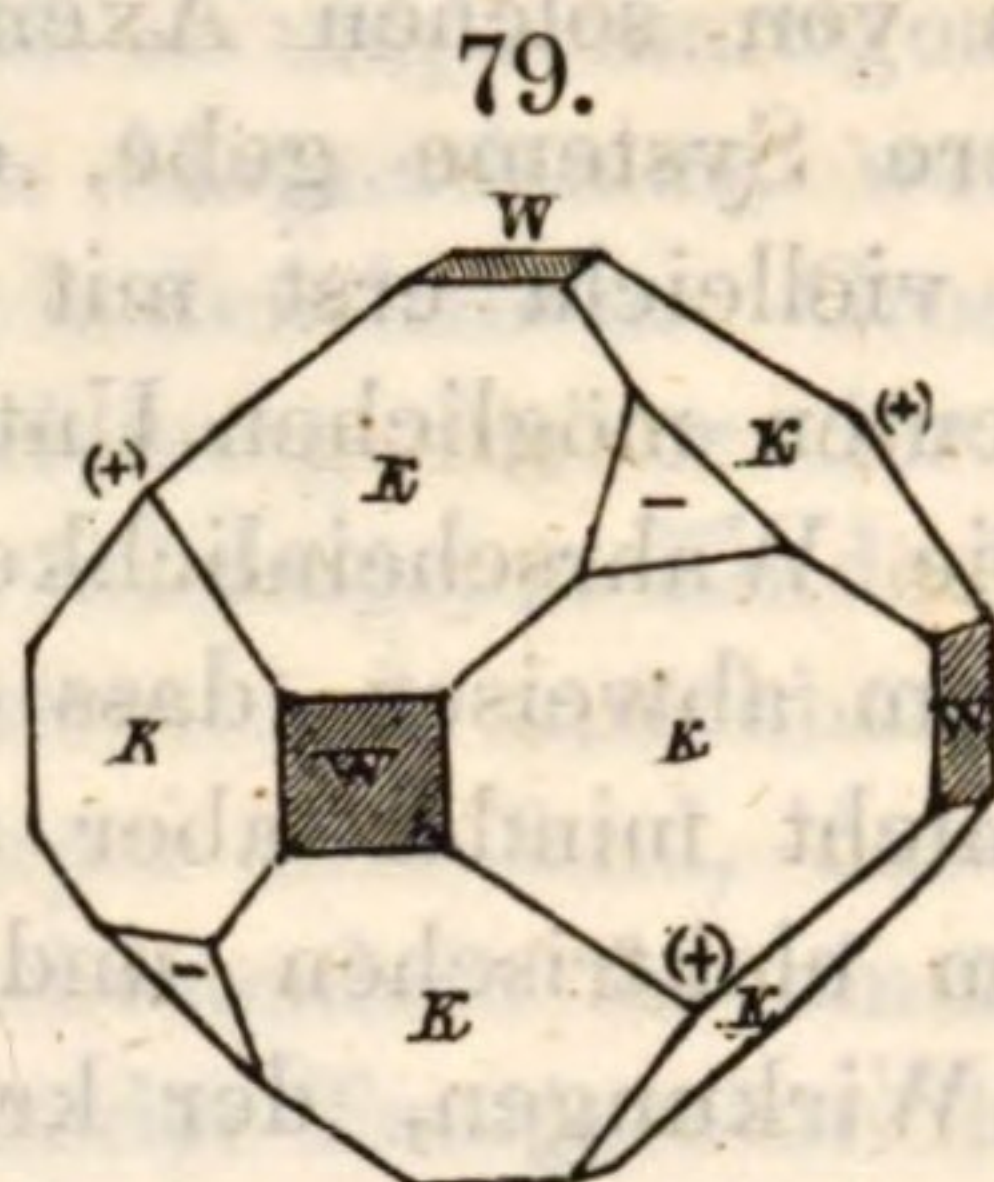
Die Untersuchungen über den Diamagnetismus sind noch in ihrem ersten Stadium; dieselben werden ohne Zweifel grosse Fortschritte in unseren Kenntnissen anbahnen. Über den vollkommenen Zusammenhang zwischen den, in vieler Beziehung doch so ungleichartigen Erscheinungen der Elektrizität und des Magnetismus, werden wir hier ganz neue Aufschlüsse zu hoffen haben. Grosse Aufmerksamkeit wird in dieser Beziehung immer der Borazit verdienen. Schon vor Plücker's wichtigsten Entdeckungen beobachtete Örstedt ⁷²⁾ den Unterschied anziehbarer und abstossbarer diamagnetischer Körper und fand, dass einige anziehbare unter denselben, insbesondere in einem hohen Grade das Messing, bei wachsender Temperatur ihre Natur gleichsam umkehren und in die Klasse der abstossenden übergehen. Das erinnert sehr an die Umkehrung der Elektrizitäten mit steigender und fallender Temperatur, welche alle pyroelektrischen Körper in so deutlicher Weise zeigen.

Knoblauch ⁷³⁾ hat nun neuerdings auch das Verhalten krystallisirter Körper zwischen den Polen einer elektrischen Batterie untersucht und gefunden, dass auch hier, ganz unabhängig davon, ob die Substanz der Krystalle ein Leiter oder Nichtleiter der Elektrizität sei, eine eigenthümliche, von der Form der angewandten Krystalle unabhängige Richtung erfolge. Knoblauch beobachtete ferner, dass bei den bisher einer Prüfung zwischen den Magnetpolen unterworfenen Krystallen eine sehr eigenthümliche Beziehung zwischen Diamagnetismus und Elektrizität stattfinde, indem nämlich bei magnetischen Körpern die zwischen den Magnetpolen sich axial stellende Richtung zwischen den Elektrizitätspolen sich äquatorial stellt, bei diamagnetischen dagegen die Stellung zwischen den Magnetpolen mit derjenigen zwischen den Elektrizitätspolen übereinstimmt. Ein weites Feld bietet hier sich dar zu unaufhörlich neuen Versuchen mit den Borazitkrystallen — und alle diese werden immer nur erst eine Ahnung geben, von den Beziehungen, welche kommende Geschlechter ihren

Rechnungen zu unterwerfen im Stande sein werden, während wir nur in der Dämmerung gleichsam tastend dieselben berühren.

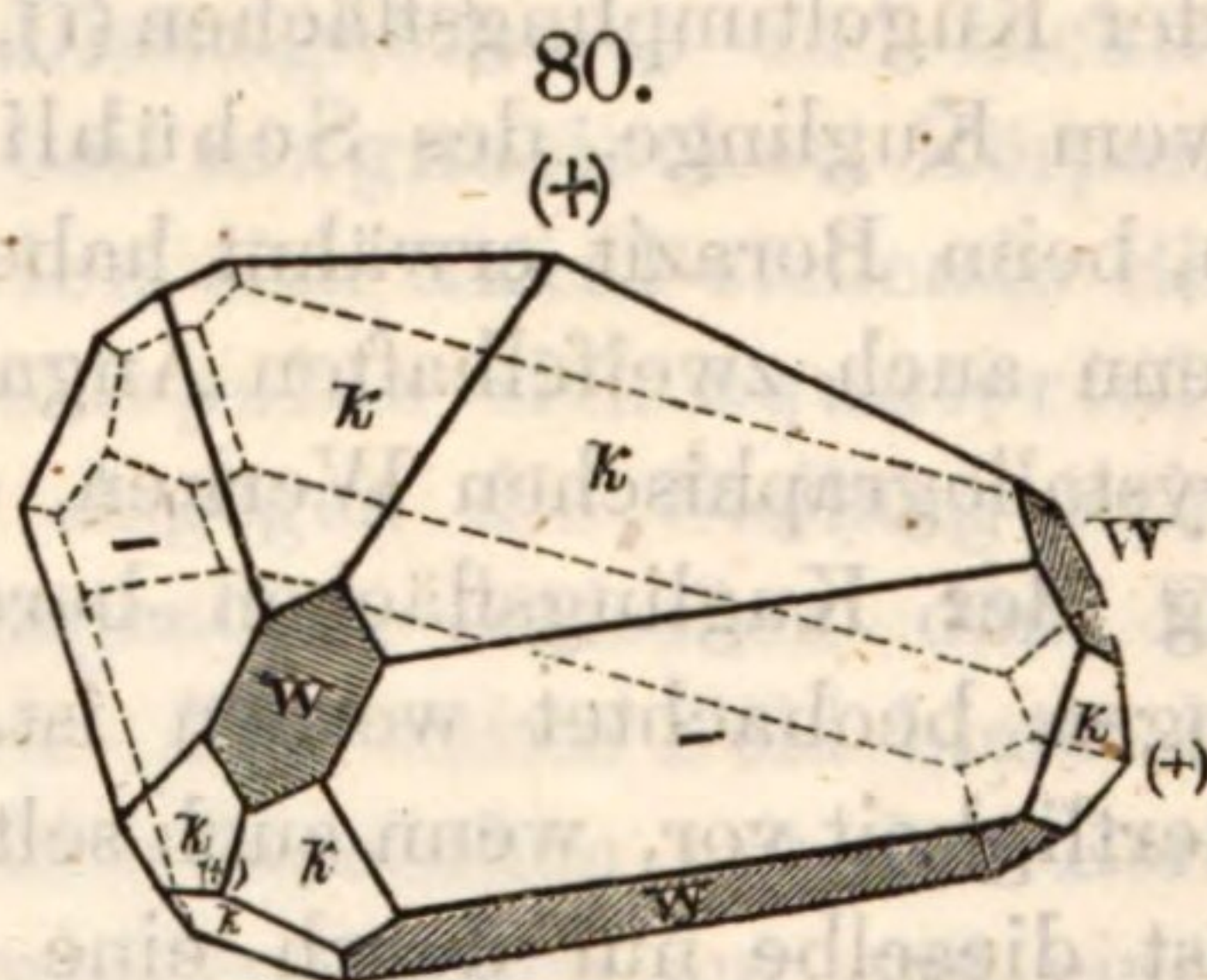
Ob die diamagnetische Hauptaxe und die drei mit den übrigen Würflingsaxen zusammenfallenden Nebenaxen die einzigen diamagnetischen Axen der Borazitkrystalle sein mögen, oder ob es von solchen Axen ebenso, wie von elektrischen, mehrere Systeme gebe, dieses zu ermitteln muss weiteren und vielleicht erst mit zweckmässiger eingerichteten Instrumenten möglichen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Die Wahrscheinlichkeit lässt sich wohl von vorn herein kaum abweisen, dass der Zusammenhang des magnetischen, nicht minder aber auch des optischen Verhaltens mit dem elektrischen und der gemeinsamen Quelle aller dieser Wirkungen, der krystallischen Organisation, bis in die speziellsten Besonderheiten Hand in Hand gehen werde. Nicht allein die Ansicht, welche sich bei den Untersuchungen des elektrischen Verhaltens der Borazitkrystalle mir aufdrängte, dass in allen an diesen Krystallen möglichen Flächen Polaritäten sich geltend machen, sondern selbst manche feinere und auf einen oberflächlichen Blick leicht als Unvollkommenheiten und Unregelmässigkeiten „zufälliger“ Art abgefertigte Eigenthümlichkeiten der Formenausbildung an diesen Krystallen sprechen mir dafür, dass eine grosse Menge von Axenrichtungen in letzteren sich geltend mache und im innersten Wesen derselben begründet sei. Ich habe nicht ermitteln können, welcher Beobachter zuerst das Vorkommen einer regelmässigen Halbzähligkeit der Kugeltimplingsflächen (i), also eines wahren Viertlings vom Kuglinge, des Schüblings (Tetartohexakisoktaeders), beim Borazit erwähnt habe; doch schliesse ich aus der, wenn auch zweifelhaften Angabe dieser Form in mehreren krystallographischen Werken, dass diese viertlige Ausbildung der Kuglingsflächen bereits von irgend einem Mineralogen beobachtet worden ist. In der That kommt diese Viertligkeit vor, wenn auch selten vollkommen; häufiger aber ist dieselbe nur durch eine ungleichmässige Ausbildung je der beiden paarig an einer Knöchlingskante

liegenden Kugeltimplingsflächen ausgedrückt. Aber der symmetrische Mangel an Flächen geht noch weiter; schon oben (Seite 108) erwähnte ich, dass von den 48 Kuglingsflächen mitunter nur zwei in vollkommen kontrastirender Lage und sehr schön glänzend und deutlich ausgebildet vorkommen, nämlich an Krystallen von der Form der Fig. 79



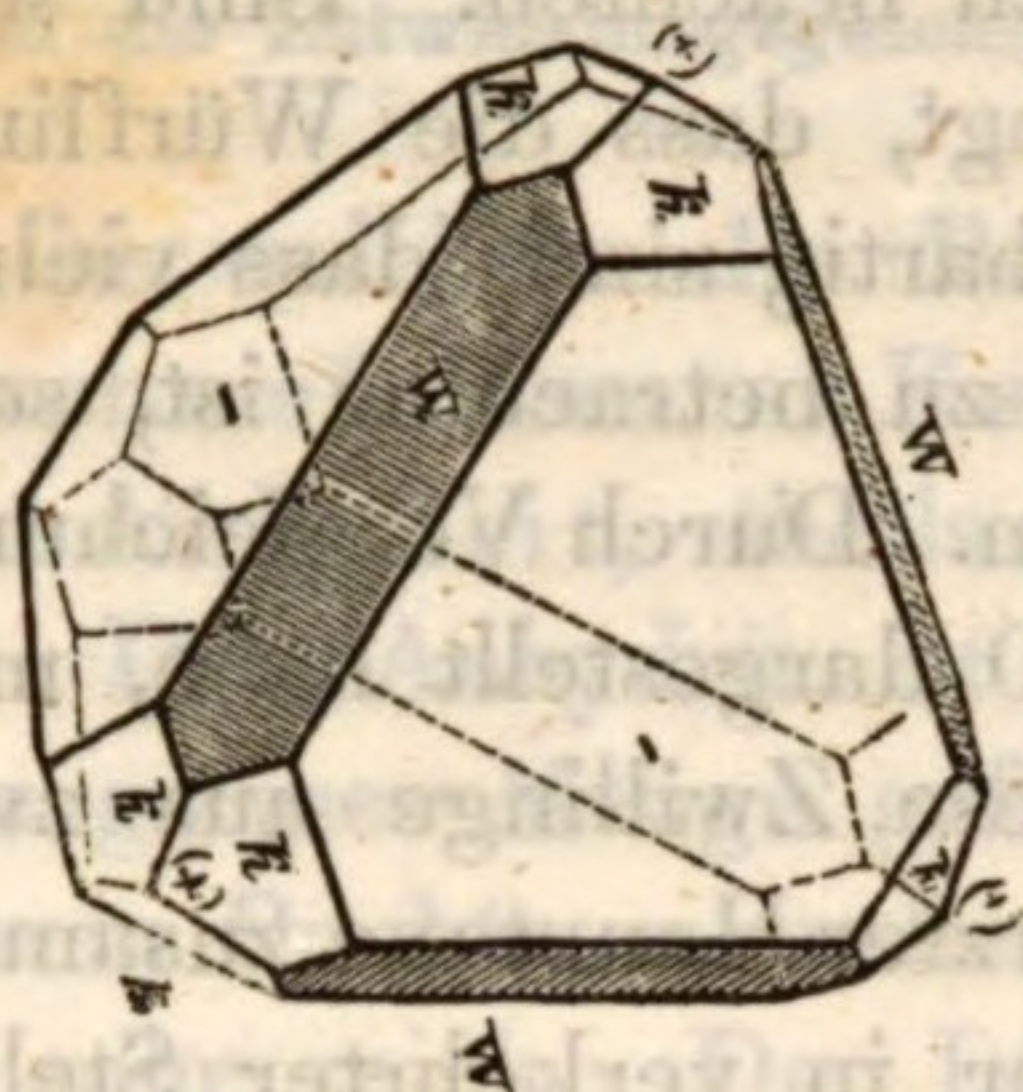
oben vorn rechts und unten hinten links je eine solche Fläche. Kann man eine solche Erscheinung als etwas „Zufälliges“ und Bedeutungsloses betrachten, wenn ich hinzufüge, dass ich einmal sechs derartige Krystalle auf einer Hand beisammen gehabt habe?

Aber auch die Eigenthümlichkeit einer Würflingsaxe spricht sich, wie es scheint, mitunter in der Form der Borazitkrystalle aus. Der naturwissenschaftliche Verein zu Lüneburg besitzt einen kleinen Timpelborazit-Krystall, welcher im Gemäuer des Domes zu Bardewyk gefunden ist und aus dem Schildsteine bei Lüneburg herrührt, von der Form, welche in Fig. 80 dargestellt ist. Dieser Krystall



besitzt die nämlichen Flächen, wie Fig. 81, aber die eine

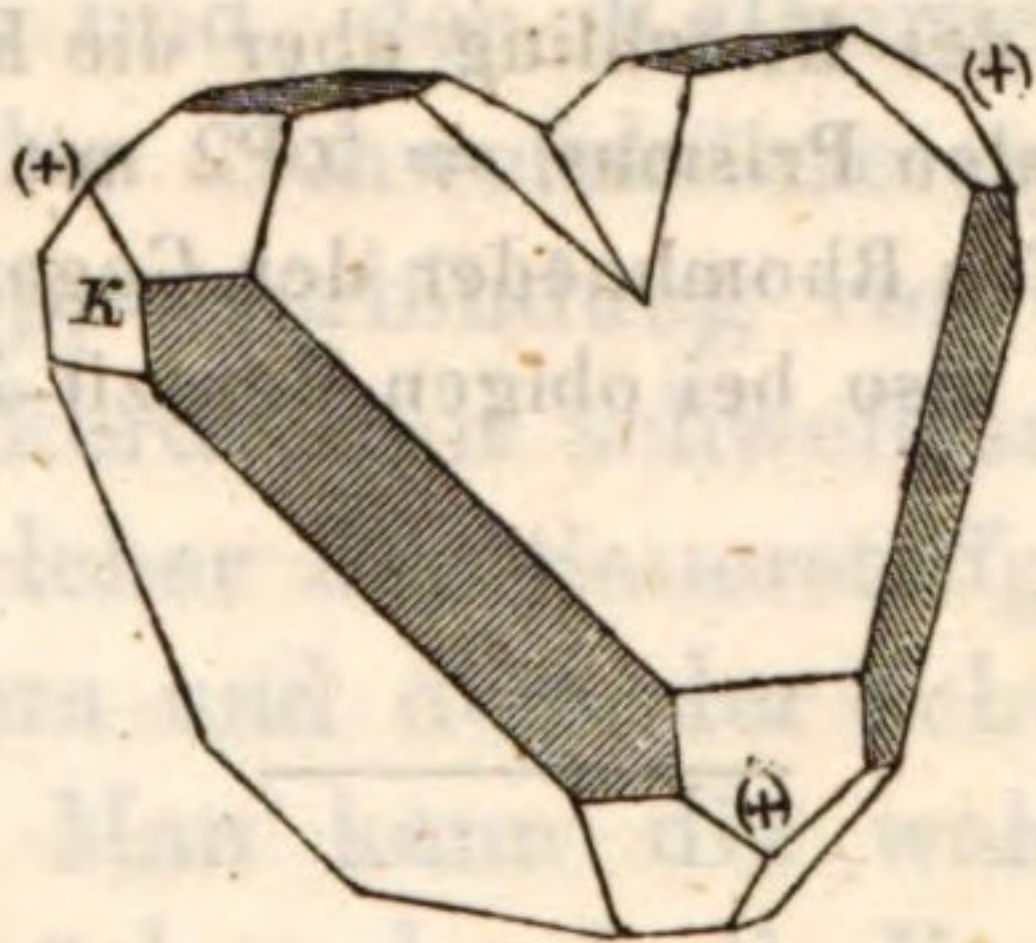
81.



Würflingsaxe ist ganz auffallend viel kürzer ausgebildet und erscheint durchaus als eine Hauptaxe, weshalb ich den Krystall in obiger Figur geradeso gestellt habe, wie seine rationelle Stellung sein sollte. Es ist klar, dass wir alle Borazitkrystalle rationell in analoger Weise umstellen müssen, so wie wir das Vorhandensein einer Hauptaxe in denselben erkannt haben.

Nun müssen uns auch die regelmässigen Verwachsungen zweier oder mehrerer Individuen, welche wir oben (Seite 129) bei dem Timpelborazite des Schildsteines kennen gelernt haben, in einem etwas veränderten Lichte erscheinen. So lange wir den Würfling des Borazites für einen wirklichen gleichaxigen Würfling hielten, konnten wir in jenen herzförmigen Zwillingen, Fig. 82, nur eine Vereinigung

82.



zweier Individuen in völlig paralleler Stellung erkennen, und da eigentlich jeder Krystall eine Komposition ist von zahllosen kleinen Krystallen in paralleler Stellung, wie sich dies in der mosaikartigen Beschaffenheit der Würflings-

flächen bei den Borazitkrystallen so deutlich beurkundet, so konnte es überflüssig erscheinen, diese Zwillinge als etwas Besonderes zu beachten. Sind wir nun aber zu der Überzeugung gelangt, dass die Würflingsachsen des Borazites nicht alle gleichartig sind, dass vielmehr eine derselben als eine Hauptaxe zu betrachten ist, so muss unser Urtheil sich anders gestalten. Durch Vergleichung der Form, welche ich oben in Fig. 80 dargestellt habe, mit Fig. 82 wird man erkennen, dass diese Zwillinge aus zweien derartigen Individuen mit verkürzter Hauptaxe zusammengesetzt sind, die sich gegen einander in verkehrter Stellung befinden. Die beiden Hauptaxen sind gegen einander geneigt unter einem Winkel, scheinbar von 90° , in Wirklichkeit aber natürlich um jene, unserer Messung unzugängliche, Grösse, von diesem Maasse verschieden, wie die scheinbaren Würflingskanten des Borazites von diesem Maasse verschieden sind. Die Zusammensetzung der beiden Individuen nach einer Ebene, welche einem Paare der Knöchlingsflächen parallel ist, gehorcht nun einem „Zwillingsgesetz“, welches z. B. beim Kalkspathe und mehreren anderen Mineralien eine wichtige Rolle spielt. *)

*) Für Leser, welche der Krystallographie kundig sind, diene folgende Erläuterung. Ist der scheinbare Würfling des Borazites in Wirklichkeit ein Zweckling (stumpfes Rhomboeder), $= R$, so ist der Eckling (das Oktaeder) die Kombination des Plättlings (basischen Pinakoids) $= OR$, mit dem ersten spitzen Aberzähnlänge (spitzen Rhomboeder der Gegenstellung) $= 2R'$, der Knöchling aber die Kombination des Wendlings (zweiten hexagonalen Prismas) $= \infty P_2$ mit dem ersten stumpferen Aberzwecklinge (stumpfen Rhomboeder der Gegenstellung) $= \frac{1}{2}R'$. Die Axe der Hemitropie ist also bei obigen Borazit-Zwillingen die Normale von $\frac{1}{2}R'$.

Sechster Abschnitt.

Das Muttergestein und die Entwicklungsgeschichte des Borazites.

Das Gestein, in welchem die Borazitkrystalle vorkommen, ist überall schwefelsaurer Kalk, theils wasserfreier, sogenannter Anhydrit, theils wasserhaltiger, sogenannter Gyps. Der Anhydrit ist im Schildsteine in grösserer Tiefe in grosser Menge gefunden; aber auch, wo der Gyps an diesem Punkte vorwaltet, ist derselbe doch an Anhydritkörnern sehr reich. Der Lüneburgische Gyps ist überhaupt nur aus dem Anhydrite entstanden, indem letzterer das in den Boden eindringende Wasser allmählig aufgenommen hat, ein Umwandlungsprozess, welcher noch immer fortgeht.

Im Anhydrite ($\text{Ca } \ddot{\text{S}}$) enthält die Schwefelsäure dreimal soviel Sauerstoff, als die Kalkerde, mit welcher dieselbe vereinigt ist. Eine solche Verbindung kann sich nur unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen gebildet haben, welche von denjenigen, die wir an der Oberfläche der Erde kennen, verschieden sein müssen. Wo sich Anhydrit in der Nähe der Oberfläche der Erde befindet, da nimmt derselbe aus der Feuchtigkeit, welche in den Boden eindringt, oder unmittelbar aus der Atmosphäre Wasser (H) auf, und zwar stets in einem solchen Verhältnisse, dass Gyps ($\text{Ca } \ddot{\text{S}} + 2 \text{H}$) entsteht, in welchem der Sauerstoffgehalt des Wassers und der Kalkerde zusammen dem Sauerstoffgehalte der Schwefelsäure gleichkommt. Es bildet sich eine Doppelverbindung von minder säurereicher schwefelsaurer Kalkerde mit schwefelsaurem Wasser, eine Verbindung, in welcher der Sauerstoffgehalt der Kalkerde zu dem des Wassers und dem der Schwefelsäure sich verhält, wie 1 : 2 : 3. Man kann die wahre Konstitution des Gypses daher ausdrücken durch die Formel $\text{Ca}^3 \ddot{\text{S}} + \text{H}^6 \ddot{\text{S}}^2$ oder $\text{Ca}^3 \ddot{\text{S}} + 2 (\text{H}^3 \ddot{\text{S}})$ oder $(\text{Ca} + 2 \text{H}) \ddot{\text{S}}$. Aus einem Absatze aus Wasser würde unter allen uns bekannten Umständen immer Gyps hervorgehen, und mancher Gyps mag eine solche unmittelbare Entstehung genommen haben.

Allein gerade die grossartigsten Gypsmassen, welche in der Natur vorkommen, tragen Beweise an sich, dass sie sekundär, nämlich durch Umwandlung von Anhydrit entstanden sind. Dem Gypse des Schildsteines sieht man diese Entstehung noch vollkommen an; man erkennt noch überall an der Form und Beschaffenheit seiner Körner, dass derselbe nur ein durch Wasseraufnahme veränderter Anhydrit ist. Als Gyps angesehen ist er dicht, trübe; aber deutlich zeigen sich noch in diesen dichten Körnern die Spuren von der Textur des Anhydrites. Dieser letztere, soweit er noch nicht umgewandelt ist, besitzt Härte und Glanz und zeigt oft klare Krystallkörner; in Hohlräumen kommen schöne rechteckige Säulchen vor, welche frei durch diese Räume hindurchragen und stets an beiden Enden mit der Wandung verwachsen sind. Die Borazitkrystalle sitzen im Schildsteine grossentheils ganz im Anhydrite, grossentheils aber auch im Gypse; aber dieser ist ihnen eine Stiefmutter, was wohl zu beachten ist.

Ähnliche Verhältnisse herrschen zu Segeberg im dortigen Kalkberge. Aber die Umwandlung des Anhydrites ist daselbst schon weit mehr vorgeschritten, was sehr begreiflich ist. Denn während der Schildsteinfels gewiss nie mehr, als nur durch eine geringe Hervorragung, mit der Atmosphäre in Berührung gestanden hat und allseitig von sehr dichten Bänken plastischen Thones bedeckt war, welche zu seiner Gewinnung abgeräumt werden mussten, steht dagegen der Segeberger Kalkberg, ganz wie der Kalkberg bei Lüneburg, völlig frei und entblösst. Anhydrit ist im Segeberger Gypse zwar auch noch zu finden; aber der Gyps hat schon eine ganz andere Beschaffenheit, als im Schildsteine. Das stets eindringende, die dichte Gypsmaße immer theilweise auflösende und verdunstend in Krystallen wieder absetzende Regenwasser, hat diesen Gyps schon grossentheils krystallinisch körnig gemacht. In Klüften findet man recht artige Gypskrystallchen von schöner Ausbildung, wenngleich immer nur klein.

Im Lüneburger Kalkberge hat die Umwandlung vollends einen gewissen Grad von Reife erlangt. Von An-

hydrit ist nie eine deutliche Spur gefunden. Nur in einem Theile des Berges findet sich der Gyps in einer ähnlich dichten Beschaffenheit, wie im Schildsteine, grösstentheils besitzt er fast überall mindestens ein eben so erkennbar feinkörnig krystallinisches Gefüge, wie der Segeberger. Grossentheils aber hat er sich durch die Einwirkung des Wassers in ein wahres Haufwerk von deutlichen Gypskrystallen umgewandelt, welches besonders einer Partie des Berges eine ausgezeichnete Beschaffenheit verleiht *). Die Krystallkörner einer, den ganzen Berg fast senkrecht durchsetzenden, Felspartie berühren sich kaum und lassen sich mit Leichtigkeit von einander bröckeln. Ganze Klüfte haben sich hie und da mit grossen, krystallinischen, blättrigspäthigen Massen ausgefüllt, welche Marienglas oder Fraueneis genannt werden, und aus welchen sich Tafeln von Schuhesgrösse spalten lassen. — Aber auch der Lüneburger Kalkberg war einst nur Anhydrit. Es hat sich diese Meinung schon häufig geltend gemacht; doch mangelte ein Beweis, da sich keine sichere Spur von Anhydrit mehr fand. Gleichwohl ist der Beweis zu führen. Mit der Umwandlung des Anhydrits in Gyps ist, durch die Wasseraufnahme, eine beträchtliche Volumvermehrung verbunden. Vorausgesetzt, der die Borazitkrystalle umschliessende Anhydrit wandle sich (zunächst mit Beibehaltung des Anhydritgefüges, wie dies zu geschehen pflegt) in Gyps um, so werden die Anhydrittheile, welche genau an jede Krystallfläche der Borazitkrystalle angepasst waren, sich ausdehnen; das Gehäuse der Borazitkrystalle wird also grösser werden und die Krystalle nicht mehr genau umschliessen. Dies ist nun in der That der Fall. Die Borazitkrystalle im Gypse des Kalkberges liegen zum Theil ganz lose in ihrer Höhlung, so dass sie, wenn man einen Gypsblock durchschlägt, oft herausfallen; jede Fläche der Hö-

*) Eine solche Ausbildung der krystallinischen Körnigkeit unter dem Einflusse der atmosphärischen Feuchtigkeit kann man an Zuckerhuten beobachten, welche feucht aufbewahrt worden sind; in solchen bilden sich mitunter sehr grobspäthige Krystallkörner aus.

lung ist messbar grösser, als die Krystallfläche, deren Abdruck sie ist. Natürlich zeigt sich die Erscheinung um so auffallender, je grösser die Borazitkrystalle sind; bei kleinen bemerkt man sie kaum. Wohl nie aber wird man einen solchen in seiner Höhlung lose liegenden Krystall finden, in dessen Umgebung sich nicht die Wandungen der Höhlung mit kleinen, allerdings nur einem geübten Auge und oft nur mit Hülfe der Lupe wahrnehmbaren, glashellen Gypskrystallchen besetzt zeigten, welche mitunter den Krystall schon wieder ziemlich festgestellt haben und ihn, wenn er auch wackelt, doch verhindern, völlig herauszufallen. Andere Krystalle sitzen durchaus fest im Gypse; aber man bemerkt, besonders nach einigen Vergleichen sehr überzeugend, eine klarere Gypszone zunächst als Umgebung dieser Krystalle und erkennt, dass dieselbe aus später gebildeten Gypskrystallchen besteht, welche die zu gross gewordene Höhlung um den Borazitkrystall ausgefüllt haben, indem sie aus der Wandung hervorstachen. Natürlich nimmt man alle diese Erscheinungen bei den grösseren Borazitkrystallen deutlicher wahr, als bei kleinen, und die grössten Borazitkrystalle sind, weil sie in dem am meisten veränderten Theile des Berges vorgekommen sind, fast sämmtlich trübe und bereits ebenfalls in einem sehr veränderten Zustande. Daher hat man wohl gemeint, das Loseliegen der Krystalle in ihren Höhlungen rühre von ihrer „Verwitterung“ her; dem ist aber nicht so. Es wackeln Krystalle mit völlig glänzenden Flächen in ihren Höhlungen, und selbst vollkommen glasklar aussehende Krystalle zeigen die Erscheinungen, sowohl des Loseliegens, als auch der umgebenden klaren Zone von Gypskrystallchen. Die hier beschriebene Erscheinung finde ich doch auch schon bei einem Mineralogen im Anfange unseres Jahrhunderts ganz richtig bemerkt. Reuss⁷⁶⁾ sagt: „Der Borazit liegt in einzelnen Krystallen in dem theils röthlich-, theils rauchgrauen feinkörnigen Gypse und fällt heraus, wenn man letzteren zerschlägt. Die Höhlungen, in welchen die Krystalle liegen, haben gewöhnlich die Gestalt derselben und sind gänzlich damit ausgefüllt. Nur

zuweilen fällt die Gestalt der Höhlen etwas in das Rundliche und dann sind die Wände derselben inwendig mit glänzenden Theilen überzogen, welche nichts anderes als Gyps sind.“ Diese Verhältnisse sind vollgültige Beweise, dass auch die Borazitkrystalle des Lüneburger Kalkberges einst in Anhydrit gesessen haben, und dass der Gyps nur ein Umwandlungsprodukt des Anhydrites sei. Ganz damit im Einklange steht die ausserordentlich zerklüftete und aufgeblähte Beschaffenheit des Kalkberges. Einen sehr deutlichen weiteren Beweis für die spätere Entstehung des Gypses gegenüber den Borazitkrystallen bot mir folgendes interessante Vorkommniss dar. Zwei schöne grosse grünbläuliche klare Krystalle von der dritten Varietät des Würfelborazites lagen in einem Gypsstücke sehr nahe beisammen, jedoch ging die ziemlich feinkörnige Gypsmasse vollkommen zwischen beiden Krystallen hindurch und hielt dieselben auch an der Stelle, wo sie einander am stärksten genähert waren, fast eine Linie breit auseinander. Indem ich beide Krystalle möglichst blos zu legen suchte und die Gypsmasse auch zwischen ihnen sorgfältig wegräumte, kam an beiden Individuen eine Unvollständigkeit zu Tage, welche auffallend sein musste. Noch auffallender aber war die Ähnlichkeit dieser Unvollständigkeit an beiden Krystallen; es zeigte sich, dass die des einen ein Abdruck des anderen war, trotzdem, dass beide Krystalle, wie bemerkt, ganz von einander geschieden lagen. Beide vollends aus ihrer Höhlung genommen und mit den unvollständigen Theilen zusammengelegt, passten genau an einander, und die gegeneinander passenden Flächen waren von jener „festungsartigen“ Bildung, welche z. B. die Absonderung der in einer Amethystdruse zusammengedrängten Bergkrystalle zu zeigen pflegt. Es blieb kein Zweifel, dass diese beiden Krystalle ursprünglich miteinander durch die Nachbarschaft verwachsen gewesen waren. Später waren sie auseinander gedrängt und hatte sich der Gyps zwischen ihnen gebildet; dieser Gyps war aber ganz von der nämlichen Beschaffenheit, wie der, welcher die Krystalle allseitig umgab.

Das Bohrloch zu Stassfurth hat ergeben, dass auch dort unter einer Gypsdecke Anhydrit liegt, welcher hie und da, vermuthlich je nach dem geeigneteren Zutritte, welchen das Wasser in der Tiefe zu den einzelnen Schichten fand, mit Gypslagen wechselt.

Wir wissen nun, dass jedenfalls nicht Gyps das Muttergestein der Borazitkrystalle war. Dass der Anhydrit es gewesen sei, wird durch keinen Beweis dargethan; allein, da man die Borazitkrystalle noch nirgend in einem anderen Gesteine gefunden hat, so spricht offenbar die höchste Wahrscheinlichkeit dafür. Wir werden jedoch diese Vermuthung näher prüfen.

Der Anhydrit selber ist keineswegs ein ursprüngliches Gestein. Häufig ist er ein Umwandlungsprodukt von „Kalkstein,“ d. h. kohlensaurem Kalke. Bei Lüneburg, und zwar am Schildsteine sowohl, als am Kalkberge und an einigen anderen Punkten (man vergleiche darüber meine unter 58) angeführte zweite und dritte Schrift) und ebenso bei Segeberg, ragen mit den Anhydrit- und Gyps-felsen solche Kalksteinschichten aus dem Boden hervor, welche sich durch die Versteinerungen, die ich in denselben fand, als durch zuverlässige „Denkmünzen der Schöpfung,“ als Schichten derselben Formation ausgewiesen haben, welche die Kalkgebirge um Eimbeck (die Hube) und Göttingen (Hainberg) bilden, und welche in einem grossen Theile von Deutschland verbreitet sind. Man hat diesen Kalkstein, weil derselbe stellenweise viele Muschelschalen enthält, ja mitunter ganz aus solchen zu bestehen scheint, sehr häufig „Muschelkalk“ *) genannt, sonst auch wohl „Göttinger Kalkstein,“ „Jenenser Kalkstein,“ und jetzt, mit einem Namen von rein wissenschaftlicher Bedeutung, „Triaskalkstein etc.“ Karsten hat selbst im Lüneburger Kalkberge eine Schichtenlage solchen Kalksteines aufgefunden, welche ich nie beobachtet hatte, vermuthlich

*) Diese Benennung wird in den Küstengegenden oft sehr missverstanden, indem man bei derselben an den aus Muschelschalen des Meeresstrandes gebrannten Mörtel zu denken pflegt.

weil sie früher verschüttet war. Dieser berühmte Salinist machte sich freilich über die Bedeutung dieser Kalkschicht die seltsamsten Vorstellungen *) ebenso wie über den Kalkstein, welcher am Schildsteine, übrigens auch meistens verschüttet, ansteht, und in welchem ich so schöne Myophorien-Muscheln und Fischzähne fand.

Die Umwandlung des Kalksteines, des kohlensau-
ren Kalkes, in Anhydrit, in schwefelsauren Kalk,
beruht auf der stärkeren Verwandtschaft der Schwefel-
säure zur Kalkerde, gegenüber der schwächeren Kohlen-
säure. Legt man ein Stück Kalksteines in Schwefelsäure,
so verbindet sich die letztere sogleich mit der Kalkerde,
indem sie die Kohlensäure austreibt, welche, indem sie frei
wird, sich als ein Gas der Luft beimengt. Die Kohlen-
säure entweicht daher mit lebhaftem Brausen.

Die Frage, woher die Schwefelsäure zur Umwandlung
des Kalksteines in Anhydrit gekommen sei, hängt auf das
Innigste zusammen mit der Frage nach dem Ursprunge
der Steinsalzlager. Es ist eine allgemein bestätigte Er-
fahrung, dass die Kalksteinschichten in der Umgebung
von Steinsalzlagern in Anhydrit und Gyps umgewandelt
gefunden werden. Weit entfernt, die Frage nach dem
Ursprunge der Steinsalzlager, eine der wichtigsten Fragen
der Geologie, hier einer definitiven Erörterung unterwerfen
zu wollen, nehme ich vielmehr nicht Anstand, offen zu
erklären, dass dieser Gegenstand wissenschaftlich noch
weit unklarer ist, als man gewöhnlich annimmt. Bei der
grossen Menge von Erfahrungen, welche man über die La-
gerungsverhältnisse des Steinsalzes bereits sammeln konnte,
ist dieser Mangel zusammenhangender wissenschaftlich
brauchbarer Untersuchungen über die Bildung derselben
wohl grossentheils in dem Umstande begründet, dass man
die Lösung des Räthsels für leichter hielt, als sie in
Wirklichkeit ist. Da das Meerwasser Kochsalz, Bittersalz
und Gyps enthält, so glaubten Viele, die Steinsalzlager
und den dieselben begleitenden Gyps unmittelbar als

*) Er nennt sie eine „Kluftausfüllung.“

Absätze eingeschlossener und ausgetrockneter Meeresbecken ansehen zu dürfen. Allein es erheben sich gegen diese Annahme viele sehr gewichtige Bedenken. Wir haben oben aus Karsten's Mittheilungen erfahren, dass das Bittersalz des Stassfurter Steinsalzes wasserfrei ist, während sich beim Abdampfen des Meerwassers stets wasserhaltiges Bittersalz absetzt. Da der Gyps weit weniger löslich ist, als Kochsalz und Bittersalz, so würde derselbe aus dem Wasser früher abgeschieden worden sein, als letzteres; er müsste demnach unter dem Steinsalze liegen. Alle Erfahrung weist aber das Gegentheil nach. Die Steinsalzlager sind mit mächtigen Gyps- und Anhydritmassen bedeckt, in deren tieferen Theilen man zuerst kleine Nester von Salz, auch wohl schon wahre Zwischenlager von solchem zu finden pflegt. Dieses Verhältniss lässt jedenfalls den Gedanken an eine ursprüngliche Ablagerung dieser Masse in der vermutheten Weise nicht zu, auch wenn man endlich in der wasserfreien Beschaffenheit des Anhydrites den wichtigen Einwurf nicht anerkennen will, welcher in derselben liegt. Denn so viel ist gewiss, dass wir kein Verhältniss auf der Oberfläche der Erde und in den Gewässern kennen, unter welchem schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia wasserfrei sich absetzen. ^{74a)} — Eine unglückselige Richtung, welche längere Zeit wissenschaftliche Forschung mit der Geologie fast unverträglich machte, gefiel sich darin, alle geologischen Erscheinungen, welche sich nicht unmittelbar aus beobachteten Verhältnissen wollten erklären lassen, unge löst bei Seite zu schieben, indem man denselben einen „vulkanischen Ursprung“ zuschrieb. So kam man, die obigen Bedenken gegen die Bildung des Steinsalzes aus dem Meere oder überhaupt unter dem Einflusse von Gewässern für unübersteiglich haltend, zu der aller Wissenschaft und Prüfung Hohn sprechenden Annahme, dass Steinsalz und Anhydrit aus dem Erdinnern hervorgequollene vulkanische Laven seien. Und doch ist der Gyps, noch mehr der Anhydrit und das Steinsalz selber erfüllt von bituminösen Substanzen, von thierischen und pflanz-

lichen Fäulnissprodukten, und im Steinsalze zu Wieliczka, welches oft wahrhaft schlammig-schmutzig ist, fand mein Freund, Dr. Philippi, in dem bei der Auflösung bleibenden Rückstande, die zarten Kalkgehäuse von Foraminiferen, Wasserthierchen von grossentheils mikroskopischer Kleinheit. In anderen Steinsalzmassen hat man Kieselzellen von Diatomeen, Gallionellen u. s. w., mit Hülfe des Mikroskopes entdeckt und eine gewisse Übereinstimmung mit den Gattungen gefunden, welche in den an Bittersalz und Kochsalz reichen Salzseen der Russisch-Asiatischen Steppengegenden gegenwärtig vegetiren. Diese Beweise genügen gewiss, um eine Ablagerung des Steinsalzes in Salzseen höchst wahrscheinlich zu machen. Aber die Bestandtheile dieser Salzlager und die Gesteine, welche sie umgeben, waren sicherlich ursprünglich anders beschaffen, als gegenwärtig.

Die Steinsalzlager haben seit ihrer Bildung eine grosse Menge chemischer Umwandlungsprozesse sowohl selber, ihren eignen Bestandtheilen nach, erlitten, als auch in ihrer Umgebung hervorgerufen. Die Umwandlung des Kalksteins, welcher sie umgiebt und bedeckt, in Anhydrit und der häufige auffallend grosse Gehalt dieses Kalksteins, so weit er nicht in Anhydrit umgewandelt ist, an kohlensaurer Magnesia gehören zu diesen Wirkungen, welche von den chemischen Bestandtheilen der Steinsalzlager ausgegangen zu sein scheinen. Nur auf solche Weise erklärt sich bis jetzt der Zusammenhang, welcher überall in allen Theilen der Erde Steinsalz, Anhydrit und Gyps und Dolomit (magnesiahaltigen Kalkstein) mit einander verknüpft. Ein gründliches Studium der Salzseen, über welche bereits so viele interessante Einzelheiten durch Göbel, Erdmann und Rose gesammelt sind, ist die Bedingung einer vollen Erläuterung dieser Verhältnisse. Es wird uns die ursprünglichen Materialien der auf den Steinsalzlagerstätten geschehenen Umwandlungsprozesse kennen lehren. Erst durch die Kenntniss dieser werden wir im Stande sein, eine geordnete Einsicht in diese Umwandlungsprozesse selbst zu gewinnen; nur Fragmente sind

bis jetzt von solchen bekannt, und selbst diese nur sehr dürftig. Veränderungen, welche in der Beschaffenheit der Soolen auf manchen Salinen beobachtet sind, machen die Fortdauer der Umwandlungsprozesse in den Salzmassen, welche dieselben ernähren, sehr wahrscheinlich. Die Gesteine, welche die Steinsalzlager umgeben, enthalten die mannigfaltigsten, bislang leider noch allzuwenig gründlich studirten, d. h. durch Beobachtungen erforschten, weit mehr mit allgemeinen Räsonnements abgefertigten, Beweise geschehener Umwandlungen: jeder Bestandtheil dieser Gesteine ist ein solcher Beweis, dessen Entwicklungsgeschichte, wenn es gelingt, sie zu ermitteln, eine Episode aus der Geschichte des Steinsalzlagers bildet. Wir werden uns mit einigen dieser Episoden zu beschäftigen haben.

Auch die Kalksteinschichten, welche am Schildsteine und Kalkberge bei Lüneburg und am Kalkberge bei Segeberg vorkommen, sind mehr oder weniger dolomitisch (magnesiahaltig). Der Gehalt an Kieselsäure und an Thon, welchen sie enthalten, findet sich im Gypse und Anhydrite wieder, ersterer im Kalkberge vielleicht in den Quarzkrystallen. Dass man auch die Magnesia der Borazitkrystalle von dem Magnesiagehalte des Kalksteines herleiten dürfe, ist durch nichts angedeutet. Enthielt der Kalkstein schon Magnesia, als derselbe zu Anhydrit wurde, so ist es nicht anders denkbar, als dass derjenige Theil der Magnesia, welcher nicht etwa mit Borsäure zusammentrat, um den Borazit zu bilden, in Bittersalz verwandelt wurde. Dieses, weit leichter löslich in Wasser, als schwefelsaurer Kalk, soll zwar am Kalkberge zu Lüneburg mitunter als Ausblühung an dem Gypse bemerkt worden sein; aber wenn diese Beobachtung auch sicher wäre, so geht doch daraus allein sein Ursprung noch nicht hervor, da es sich auch durch andere Ursachen bilden oder von bittersalzhaltigem Steinsalze herrühren kann, welches im Gypse enthalten ist.

Manche Beobachtungen machen es unzweifelhaft, dass der Anhydrit selber grossentheils durch irgend einen,

noch nicht nachweisbaren Prozess an die Stelle des Steinsalzes selbst getreten sei — vielleicht indem die Kalkerde aus den das Steinsalz umschliessenden Kalksteinschichten sich durch eine Wechselersetzung der Schwefelsäure irgend eines in dem Steinsalzgemenge enthaltenen schwefelsauren Salzes bemächtigte.^{74b}) Die Anhydritkrystalle in den Höhlungen des Schildsteines liegen theilweise im Steinsalze und wo dieses fehlt, da ist die Höhlung eben durch das Verschwinden des Salzes entstanden. Die Borazitkrystalle, welche jetzt theils im Gypse, der aus Anhydrit entstanden ist, theils im Anhydrite liegen, haben ursprünglich nachweisbar im Steinsalze gelegen; ich werde die Beweise weiter unten darlegen.

Eine der interessantesten Erscheinungen im Gypse des Kalkberges sowohl, als auch im Gypse und Anhydrite des Schildsteines bei Lüneburg ist der, in feinen kupferrothen Blättchen manche Parteen des Gesteins ganz roth färbende, Eisenglanz, sogenannter Rotheisenrahm. Da derselbe schon im Anhydrite erscheint, so ist schon daraus zu vermuthen, dass sein Vorkommen im Gypse nur ein übertragenes ist. Wirklich beobachtet man oft genug deutlich, dass die Vertheilung der feinen Blättchen in der Gypsmasse unter dem Einflusse der Krystallisation der Gypskörnchen geschehen ist; Gypskrystalle haben sich — wie denn die Krystallisation so gern mit einer Aussonderung fremdartiger Theilchen, einer wahren Reinigung, verbunden ist — häufig innerlich vollkommen gereinigt und sind dann mit einem ocherigen Schmande von diesem Rotheisenrahme bedeckt. Manche Parteen des Gypses dagegen ähneln, in Bezug auf das Auftreten des Rotheisenrahms in ihnen, noch ganz und gar dem Anhydrite. Es finden sich nämlich kleine, höchst unregelmässige Hohlräumen mit diesem Rotheisenrahme austapezirt und die Wandungen, welche wie zerfressen aussehen, sind mit demselben durchdrungen. Im Anhydrite findet man in solchen Höhlungen häufig ein kleines Nest von Steinsalz, welches letztere aber die Höhlung nicht ganz ausfüllt und abgerundet, man möchte sagen, wie abgeleckt,

aussieht, und welches mit Rotheisenrahm so überzogen ist, dass man es unter dieser Decke leicht übersieht. Man überzeugt sich bald, dass der Rotheisenrahm aus dem Steinsalze herrührt und dieser Ursprung vermag durchaus nicht zu überraschen. Das Steinsalz, wesentlich Chlornatrium, enthält, wie z. B. zu Stassfurth erwiesen ist, das Eisen als Chloreisen, welches letztere jedoch, wenn es mit Wasser in Berührung kommt, sich mit diesem durch Wahlverwandtschaft zersetzt. Aus dem Wasser (Wasserstoff und Sauerstoff) tritt der Wasserstoff an das Chlor und bildet Chlorwasserstoff, sogenannte Salzsäure, während dagegen der Sauerstoff das Eisen oxydirt und in Eisenglanz (Rotheisenrahm, chemisch Eisenoxyd) verwandelt. Diesen Entwicklungsgang nehmen die prachtvollen Eisenglanzkrystallisationen, mit welchen der Krater und die Spalten des Vesuv sich nach Eruptionen, welche von Chloreisendämpfen begleitet waren, an allen Wandungen auskleiden. Analog bildete sich der Rotheisenrahm im Steinsalze und Anhydrite. Sein Vorkommen im Kalkberge zu Lüneburg in solchen Gyps-felsen, welche jetzt längst keine Spur von Steinsalz mehr enthalten, beweist, dass auch diese Theile des Berges einst salzhaltig waren, gerade wie es in einzelnen Partien des Gyps-felsens früher und nun neuerdings wieder beobachtet worden, und wie es im Anhydrite des Schildsteins so häufig der Fall ist. Die leeren Drusenräume in letzterem Gesteine rühren auch, wie oben bemerkt ist, ganz allgemein vom Verschwinden des Steinsalzes her, in welchem die schöne Ausbildung der Anhydritkrystalle stattfand, die in solchen Drusen mitunter gefunden werden, und deren auffallende Anheftung mit beiden Extremitäten an den entgegengesetzten Drusenwandungen deutlich genug verräth, dass man es hier nicht mit Individuen zu thun habe, welche von der Wandung eines leeren Drusenraumes in diesen hineingewachsen sind. Zwei Erscheinungen sind es ausserdem, welche unsre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen müssen. Zuerst die Hohlräume in der Umgebung der Steinsalzklümpchen im Anhydrite. Von der Zerstörung des Chloreisens können

dieselben nicht herrühren, da der gebildete Rotheisenrahm sogar einen grösseren Raum einnehmen muss, als das Chloreisen, aus welchem er gebildet ist. Dass durch Wasser, welches das Gestein durchdrungen habe, ein Theil des Salzes aufgelöst worden sei, scheint offenbar. Nun kommt aber dazu die zweite bemerkenswerthe Erscheinung. Sehr häufig findet man nämlich die Wandung solcher Höhlungen in der Umgebung des Steinsalzes nicht unmittelbar aus Anhydrit oder Gyps gebildet, sondern aus einem weissen, mehlig aussehenden Minerale, welches nichts anderes ist, als Chlorkalk (Chlorkalzium), den man aber als Mineral Hydrophilit nennt. Die Art des Vorkommens verräth deutlich, dass dieser Chlorkalk ein Umwandlungsprodukt des schwefelsauren Kalkes sei. Wie kann diese Umwandlung bewirkt sein? — Das aus dem Chloreisen bei dessen Umwandlung in Rotheisenrahm ausgeschiedene Chlor kann sie nicht bewirkt haben; denn die Schwefelsäure lässt sich durch Chlor und Chlorwasserstoff nicht aus ihrer Verbindung mit der Kalkerde austreiben. Eine Wechselersetzung von Chlornatrium und schwefelsaurem Kalke zu Chlorkalk und schwefelsaurem Natron lässt sich auch nicht annehmen, da wir keine Spur von letzterem neben dem Chlorkalke vorfinden.^{74c)} Das Chlor muss daher an einen anderen Stoff gebunden gewesen sein, welcher einer Wechselersetzung mit dem schwefelsauren Kalke fähig war. Ein solcher Stoff ist das Chlorammonium oder der „Salmiak“ ($\text{NH}^4 + \text{Cl}$). Aus diesem bildet sich, durch Wechselersetzung mit schwefelsaurem Kalke ($\text{Ca } \ddot{\text{S}}$) einerseits Chlorkalk (Ca Cl) oder Hydrophilit, und andererseits schwefelsaures Ammoniak und Wasser ($\text{NH}^3 + \ddot{\text{S}}$ und H).

Es ist nicht wohl denkbar, dass in einem Steinsalzlager, welches von organischen Substanzen erfüllt ist, aus deren Fäulniss unaufhörlich Ammoniak und Wasserstoff sich entwickeln, Chlorammonium oder Salmiak fehlen könne. Wenn dieses Salz bei der ursprünglichen Ablagerung auch nicht vorhanden war, so musste dasselbe durch die Fäulniss der organischen Substanzen massenhaft gebildet werden. Man kennt den Salmiak in der That als einen Bestandtheil

des Kochsalzes vieler Salinen, deren Soolen dieselbe aus dem Salzgehalte des Steinsalzlagers oder des steinsalzhaltigen Gesteines entnehmen, welchem sie ihre Beschaffenheit verdanken. Jedoch verhalten sich verschiedene Salinen in dieser Beziehung sehr ungleich, was sehr begreiflich erscheint, da der Salmiak vergänglicher und mehreren Zersetzungen unterworfen ist, welchen das Kochsalz nicht unterliegt. Übrigens ist die gewöhnliche Untersuchungsmethode, welche man auf die Salzsoolen anwendet, von der Art, dass der Salmiak, wenn er vorhanden ist, gleichwohl nicht bemerkt wird. Da Chloreisen sich besonders gern mit Salmiak verbindet — wie denn z. B. die im Vesuv sublimirten Chloreisenmassen mitunter soviel Salmiak enthalten, dass letzterer vorherrscht — so liegt in dem Auftreten des aus Chloreisen entstandenen Rotheisenrahmes in den Höhlungen, deren Anhydritwandung sich in Hydrophilit umgewandelt findet, noch ein weiterer beachtenswerther Wink, welcher es wahrscheinlich macht, dass dieses Steinsalz mehr oder weniger reich war an chloreisenhaltigem Salmiak und dass dieser als schwefelsaures Ammoniak aus dem Gesteine längst ausgelaugt worden ist. Vielleicht enthält das Lüneburger Steinsalzlager auch längst keinen Salmiak mehr — leider besitze ich keine Kunde darüber, ob die Lüneburger Soole auf Salmiak geprüft worden ist.*) Man hat denselben lange auf allen Salinen übersehen, bis Vogel 75) gelegentlich diese Substanz im Kochsalze von Friedrichshall in Würtemberg, dann auch in dem von Rosenheim, von Hall in Tyrol, Kissingen, Orb und Dürkheim auffand. Seitdem ist es von Heine auch in der Mutterlauge der Soole von Halle an der Saale nachgewie-

*) Herr Steinvorth, Lehrer zu Lüneburg, hat die Güte gehabt, zu veranlassen, dass in dieser Beziehung Untersuchungen angestellt wurden. Einstweilen ist mir nur das Resultat mitgetheilt, dass in einer sorgfältig geprüften Mutterlauge (von welcher der zahlreichen Soolquellen ist mir nicht bekannt) weder Salmiak, noch ein anderes Ammoniaksalz gefunden werden konnte. Sollten mir während des Druckes dieser Schrift noch weitere Resultate mitgetheilt werden, so will ich nicht verfehlen, dieselben in einem Anhange folgen zu lassen.

sen worden.⁷⁶⁾ Da der Salmiak flüchtig ist, so muss seine Anwesenheit im ersottenen Kochsalze wahrscheinlich machen, dass er in der Soole und in dem Steinsalze in noch beträchtlicherer Menge vorhanden sei. Vollends schwefelsaures Ammoniak ist in einer Soole, welche verschiedene Salze, insbesondere Chlorkalzium und Chlormagnesium enthält, die wohl in keiner Soole fehlen, sehr leicht zu übersehen. Aber gesetzt auch, das Steinsalz einer Lagerstätte enthielte keine Spur mehr von Salmiak und schwefelsaurem Ammoniak, so kann man doch an seiner einstigen Anwesenheit in dem Steinsalze nicht wohl zweifeln. — Da Chlorkalzium und Bittersalz sich gegenseitig in den Soolen zersetzen und zu Chlormagnesium und Gyps werden, so ist eine ursprüngliche Ablagerung von Chlorkalzium neben Bittersalz in einem Steinsalzlager nicht denkbar. Nun zeigt aber das Bohrloch zu Stassfurth, dass aus dem so sehr bittersalzhaltigen Steinsalze eine Soole hervorkommt, welche nicht Bittersalz, sondern Chlormagnesium neben dem Kochsalze als Hauptsalz enthält, ausserdem aber schweben in dieser Soole unendlich viele sehr kleine Gypsflitterchen, welche ganz dass Ansehen haben, in der Soole chemisch entstanden zu sein. Herr Karsten vermuthet gewiss unabweissbar richtig, dass in dieser Soole eine Wechselersetzung des Bittersalzes mit Chlorkalzium vor sich gehe. Darin liegt aber auch der Beweis, dass es in dem Steinsalzlager einen Prozess gebe, durch welchen das ursprünglich nicht vorhandene Chlorkalzium erzeugt werde. Dieser Prozess mag schwerlich ein anderer sein, als die Zersetzung des Gypses durch Salmiak. Das Steinsalz von Stassfurth enthält viel bituminöse Substanzen, welche sich beim Reiben durch den Geruch verrathen, und ausserdem das Knistergas, welches sicher organischen Ursprunges ist. — Das Steinsalz auf dem Grunde des Elton-Sees im südöstlichen Russland ist (vergl. Rose's Reise nach dem Ural u. s. w., Bd. 2, pag. 261) nur in der obersten, frisch auskrystallisirten Lage rein, je tiefer aber, desto reicher an organischen Substanzen; die unteren, sehr festen, sind ganz schwarz und in solchem Fäulnissprozesse begriffen, dass die sich

entwickelnden „bösen Wetter“ die Niederbringung eines Schachtes wesentlich hinderten. In ähnlichem Zustande wird man kein Steinsalz einer älteren Formation zu finden erwarten können, da sich die Fäulniss und mit ihr die direkt und indirekt durch dieselbe vermittelten Umwandlungsprodukte endlich erschöpfen. Aber eben so gewiss ist die Ablagerung von Steinsalz ohne organische Substanzen undenkbar und muss jedes Steinsalzlager eine Periode der Ammoniak- und folglich auch der Salmiakbildung durchlaufen.

Wir haben hier bereits eine Anzahl von Veränderungen kennen gelernt, welchen die Borazitlagerstätten zu Lüneburg (und wohl nicht minder die zu Segeberg) unterworfen gewesen sind. Sie vollständig zu kennen ist eine Grundbedingung für die Hoffnung auf eine bestimmte Einsicht in die Entstehungsweise des Borazites selbst. Wir müssen die Zustände der Lagerstätte bis zu der Periode zu verfolgen suchen, in welcher der Anhydrit selbst auf der Steinsalzlagerstätte entstanden ist. Mit dieser Lagerstätte hängt das Dasein des Borazites sicherlich zusammen; dies beweist die Beschränkung seines Vorkommens auf den Anhydrit und den aus diesem entstandenen Gyps; im Kalksteine kommt er nie vor. Seine Krystallisation muss aber jedenfalls geschehen sein, bevor die krystallinischen Körner, aus welchen das Anhydritgestein besteht, so wie sie jetzt sind, sich ausbildeten; denn die Borazitkrystalle erweisen durch die unbehinderte Ausbildung ihrer Krystalle, durch ihr unbeschränktes Behaupten des Raumes gegen die Anhydritindividuen, welche sich ihnen vollkommen gefügt, ja sie in sich aufgenommen haben, wie eine Gypsform das Modell aufnimmt, ihr höheres Alter.

Fragen wir nach dem Ursprunge der Bestandtheile des Borazites, so scheint sich der Nachweiss in Betreff der Magnesia leicht zu ergeben. Kaum eine Kalksteinschicht ist frei von dieser, so allgemein mit der Kalkerde vergesellschafteten, Erde, welche auch in allen Gewässern in verschiedenen Verbindungen aufgelöst enthalten ist. Die Steinsalzlager enthalten schwefelsaure Magnesia und Chlor-

magnesium (auch Brommagnesium). Kurz die Magnesia wird fast in keinem Gebirgslager vermisst. Während aber diese Erde zu den häufigsten aller Substanzen gehört, ist es anders mit der Borsäure, welche vielmehr zu den selteneren Substanzen gehört oder — vielleicht auch in vielen ihrer Vorkommnisse noch übersehen worden ist. Man kennt sie als einen wesentlichen Bestandtheil mehrerer Mineralien, welche jedoch sämmtlich nicht zu den massenhaft vorkommenden gehören. So bleibt denn auch der Ursprung ihrer, aller zu rechtfertigenden Vermuthung nach, in der Zersetzung eines borsäurehaltigen Gesteines im Erdboden begründeten, ungeheuer massenhaften Entwicklung in den heissen Dampfquellen und Schlammteichen, den sogenannten Suffioni, in Toskana, völlig räthselhaft. Seit diese Säure hier, wo sie mit den Wasserdämpfen sich verflüchtigt, durch einen Apotheker, Peter Höffer⁷⁷⁾ in Florenz, im Jahre 1777 entdeckt worden, aber bis zum Anfange dieses Jahrhunderts unbenutzt geblieben war und, nachdem nun seit 1818 durch Larderello eine zweckmässigere Methode zur Verdichtung jener Dämpfe und zur wohlfeileren Gewinnung der Borsäure erfunden worden ist, steigt ihr Ertrag in den neuesten Jahren bereits auf fast zwei Millionen Pfunde jährlich. Eine Substanz, welche seit Jahrtausenden aus einem Gebiete in solch enormen Quantitäten entwickelt und in die Gewässer und in die Atmosphäre übergegangen ist, kann keine beschränkte Verbreitung haben. Ihre Gegenwart in allem Meerwasser ist höchst wahrscheinlich; aber auch da hat sie sich bislang der Beobachtung entzogen. Ebenso in den Gesteinschichten, welche unzweifelhaft unter dem Einflusse der Gewässer ursprünglich als schlammige Bodensätze gebildet worden sind. Und doch entwickeln sich in solchen Gesteinschichten mit der Zeit neben anderen Mineralien auch borsäurehaltige. — So scheinen wir auf die spezielle Nachweisung der nächsten unmittelbaren Herkunft der Borsäure, welche in dem Borazite enthalten ist, einstweilen verzichten zu müssen; es bleibt zweifelhaft, ob dieselbe etwa in dem Triaskalksteine vorhanden war und mit der Magnesia aus diesem in den Anhydrit

vererbt, oder ob sie, wie die Schwefelsäure nachträglich, aus dem Steinsalze in denselben übergegangen ist. Für letztere Wahrscheinlichkeit könnte das Vorkommen des natürlichen Borax oder Tinkal in den Tibetanischen Salzseen reden, welche als Hauptsalz Chlornatrium enthalten sollen.

Seitdem H. Rose ein neues Erkennungsmittel der Borsäure entdeckt hat, durch welches sich die Anwesenheit derselben in vielen Fällen nachweisen lässt, in welchen ein solcher Nachweis früher unmöglich war, ist ein Borsäuregehalt in mehreren Quellen aufgefunden worden. Rose's Verfahren besteht darin, dass der Verdampfungsrückstand des Quellwassers mit Salzsäure angesäuert wird, worauf sich die Borsäure in der Flüssigkeit mit Sicherheit zu erkennen giebt durch eine charakteristische braunrothe Färbung eines in diese Flüssigkeit getauchten und dann wieder getrockneten Streifens des, in den Laboratorien allgemein bekannten und vielbenutzten, durch Kurkuma gelb gefärbten Papiers. Mit Hülfe dieses Verfahrens fand Fresenius (Erdmann's Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 55, 1852, pag. 163) eine quantitativ unbestimmbare Spur von Borsäure im Wasser des Kochbrunnens zu Wiesbaden, und Wildenstein (ebendasselbst pag. 165) in der Aachener Kaiserquelle, während dieser Bestandtheil in dem ersteren Wasser bis dahin unbemerkt, in dem zweiten aber trotz ausdrücklichem Nachsuchen unentdeckbar geblieben war. Noch auffallender soll, nach Bouis (Compt. rend., 1853, Bd. 36, pag. 229) die Färbung hervortreten, wenn das Papier mehrmals in die zu prüfende (ungesäuerte) Lösung getaucht und wieder getrocknet und dann mit Wasser befeuchtet wird, welches durch Salzsäure schwach angesäuert ist. Auf diese Weise konnte Bouis die Anwesenheit der Borsäure in den alkalisch-schwefeligen Wassern von Olette in den östlichen Pyrenäen nachweisen, nachdem Rose dieselbe in den Quellen von Aix in Savoyen gefunden hatte. Filhol fand sie in den thermalen Schwefelquellen von Bagnères-de-Luchon, Barèges, Cauterets, Bonnes und Labanère, reichlicher in den Quellen von Vichy, im Feldspathe der Pyrenäen und des Aveyron-Departements in

Frankreich, endlich auch in einigen im Handel vorkommenden Pottaschen (Compt. rend. 1853, Bd. 36, pag. 327). Fresenius (Erdm. Journ. f. prakt. Chem., Bd. 57, pag. 156) überzeugte sich von ihrer Anwesenheit in den, in neueren Jahren vielgenannten, Quellen von Krankenheil bei Tölz in Oberbaiern. In den Quellen zu Olette und Krankenheil ist die Borsäure mit Natron verbunden, vermuthlich auch in den übrigen Quellen. In mehreren derselben, besonders denen der beiden letztgenannten Orte, Olette und Krankenheil, ist die Menge derselben nicht unbeträchtlich; jedoch konnte sie, weil noch immer zuverlässige Abscheidungs-mittel mangeln, quantitativ nicht bestimmt werden.

Um sich eine richtige Vorstellung über die Entstehung der ursprünglichen Steinsalzlager zu machen, ist die Kenntniss von solchen Quellen, wie besonders die von Krankenheil, ausserordentlich wichtig. Diese Quellen enthalten in einem Pfunde Wassers (= 7680 Gran) nur ungefähr 5 bis 6 Grane fester Stoffe. Die s. g. Bernhardsquelle liefert in tausend Pfunden Wassers

Schwefelsaures Kali	=	74	Gran
Schwefelsaures Natron	=	39	"
Kochsalz (Chlornatrium)	=	2277	"
Jodnatrium	=	12	"
Zweifach kohlensaures Natron	=	2568	"
Zweifach kohlens. Kalk	=	781	"
Zweif. kohlens. Magnesia	=	228	"
Zweif. kohlens. Eisenoxydul	=	1	"
Zweif. kohlens. Manganoxydul	=	1	"
Kieselsaure Thonerde	=	15	"
Kieselsäure	=	75	"

Summa 6071 feste Bestandtheile (in 7680000 Theilen Wassers), deren Bestimmung möglich ist, ausserdem aber borsaures Natron, Bromnatrium, zweif. kohlens. Lithion, zweif. kohlens. Baryt und Strontian, phosphors. Kalk, kohlens. Ammoniak, organische Substanzen und endlich noch 109 Gran Kohlensäuregas und 27 Gran Schwefelwasserstoffgas. Diese Bestandtheile zieht das Wasser nicht

etwa aus einem Salzlager, was man schon aus der Geringfügigkeit des Salzgehaltes sieht, sondern aus den Gesteinen der umliegenden Gebirge, durch welche das in den Boden eindringende Regenwasser passiren muss. Ebenso ist es bei den übrigen genannten Quellen, in welchen die Nachweisung der Borsäure gelungen ist, und es gewährt aus diesem Grunde besonderes Interesse, dass Filhol diese Säure auch in den Feldspathen benachbarter Gesteine nachweisen konnte, in welchen dieselbe höchst wahrscheinlich als ein für Kieselsäure stellvertretender Bestandtheil enthalten ist. Wenn ein so wenig salzhaltiges Wasser, wie z. B. dasjenige von Krankenheil, welches obendrein nur eine geringe Menge beträgt (es fliessen aus obiger Quelle in der Minute nicht ganz anderthalb bairische Maass), sich in einen Strom ergiesst, wie dort die benachbarte Isar und durch diese in die Donau, so verdünnt sich die Salzlösung natürlich in solchem Grade, dass eine Nachweisung irgend eines dieser Bestandtheile nicht mehr möglich wird. Aber die Natur hat das Mittel, die Lösung wieder zu konzentriren. Das durch den Lauf der Ströme aller Erdtheile alle Jahrtausende hindurch in das Meer gelangende, unendlich schwach gesalzene, sogenannte „süsse“ Wasser, verdunstet und gelangt als Gewölk und Regen aufs Neue auf das Land, laugt wiederum den Boden aus und quillt mit neuem Salze hervor. Die Salze lässt das verdunstende Wasser im Meere zurück und dort sammeln sich daher die Grane zu Pfunden, die Pfunde zu Zentnern und geben dem Meere den bekannten Salzgehalt, welcher, wenn Quellen, Ströme und Meer durch Millionen von Jahren unverändert blieben, endlich so anwachsen müsste, dass das Meer eine konzentrirte Soole würde und die Salze auskrystallisirend sich auf dem Grunde desselben absetzten. In Steppengegenden, wie sie im südöstlichen Russland, in einem Theile Asiens und Nordamerikas in ungeheurer Ausdehnung existiren, erreichen die Flüsse häufig nicht das Meer, sondern sammeln sich in Landseen, deren Fläche gross genug ist, um so viel Wasser verdunsten zu lassen, als der Zufluss denselben bringt. Diese Seen müssen mit der Zeit

nothwendig Salzseen werden, wenn auch der Salzgehalt der Gewässer, welche sich in dieselben ergiessen, so gering ist, dass man Hunderttausende von Pfunden verdampfen müsste, um wägbare Mengen von Salzen aus denselben abzuscheiden. Denn es summirt sich in ihnen der Salzgehalt der Minuten, Stunden, Jahre und Jahrtausende. Es würde ein einfaches Rechenexempel sein, zu finden, binnen welcher Zeit die Quellen von Krankheit allein genügen würden, einen See ohne Abfluss von der Grösse des Elton-Sees, wenn sich die Isar in ein Becken ergösse, in einen Salzsee, wie dieser ist, zu verwandeln. Ein solcher See würde, nachdem der Konzentrationsgrad des Salzwassers erreicht wäre, an seinem Grunde Salzlagen auf Salzlagen häufen, in welchen sich aber auch die organischen Substanzen des Quellwassers und die faulenden Überreste und Fäulnissprodukte der den Salzsee bewohnenden Thiere und Pflanzen ansammeln würden. Die jährlich entstehende Schicht liesse sich ihrer Dicke nach leicht berechnen. — Wirklich erhalten die meisten Salzseen nur Zuflüsse „süssen“ Wassers. Aber der Salzgehalt einer Wolga genügte, um im Laufe der Jahrtausende das kaspische Meer zu salzen (dessen Wasser man nicht etwa als einen Überrest von einem früheren Meere betrachten darf).

Ein grosser Theil Deutschlands scheint in einer früheren Periode in seinen Bodenverhältnissen den Steppengegenden Russlands sehr ähnlich gewesen zu sein. Die zahllosen Salzlager, welche man in Schwaben, in Thüringen, im Magdeburgischen u. s. w. in den aus jener Periode stammenden Bodenschichten der Triasformation findet, scheinen das Bild zahlreicher Salzseen zu geben. — Einer jüngeren Periode gehören die Salzlager des Salzkammergutes und Tyrols, einer noch jüngeren die Salzlager Galliziens an. Eine neue Steinsalzformation bildet sich in den jetzigen Steppen. Die Natur erzeugt sich immer neu aus sich selber.

Die jüngsten Steinsalzlager sind an organischen Substanzen reicher, als die älteren; der Fäulnissprozess

vollendet sich im Laufe der Zeiten und seine Produkte, Kohlensäure und Ammoniak u. s. w., entziehen sich unserer Beobachtung, aber nicht ohne zuvor die wichtigsten chemischen Prozesse, die grossartigsten Umwandlungen in den Salzlageren theils direkt theils indirekt hervorzurufen zu haben.

Es wäre interessant zu wissen, ob die Salzsoole zu Lüneburg und somit die dortigen Steinsalzmassen gegenwärtig noch Borsäure enthalten. Grosse Wahrscheinlichkeit ist dafür vorhanden.

Woher aber auch immer die Bestandtheile des Borazites gekommen sein mögen, soviel steht fest, dass die Bildung der Borazitkrystalle auf einem Prozesse beruhen muss, in Folge dessen sich eine unlösliche Verbindung erzeugte, sei es nun, dass zuvor ein lösliches Magnesiaborat, mit einem anderen Verhältnisse von Borsäure und Magnesia, in dem Gesteine vorhanden war und durch die Feuchtigkeit in demselben zirkulirte, oder sei es, dass erst in dem Augenblicke, wo die Borazitsubstanz sich bildete, beide Bestandtheile überhaupt mit einander in Verbindung traten. Die einzige lösliche Verbindung der Borsäure, welche wir in der Natur kennen, ist nun eben der Tinkal oder Borax, das borsauere Natron. Man kennt seine Zusammensetzung quantitativ nicht genau, indem selbst jetzt noch, wie erwähnt wurde, die genaue Scheidung von Borsäure und Wasser der Chemie unmöglich ist, vom Tinkal aber nur eine alte Analyse von Klaproth existirt, nach welcher derselbe 47 Prozente Wassers, und ein solches Verhältniss von Borsäure und Natron besitzen soll, dass der Sauerstoffgehalt der ersteren zu dem der letzteren sich verhält wie 6:1. Diesem Verhältnisse nach enthielte die Borsäure halb so viel Sauerstoff, als Natron und Wasser zusammen genommen, und das Wasser ungefähr 11mal so viel, als das Natron. Die Formel würde danach sein $1 (\text{Na}^4 \text{Bo}) + 11 (\text{H} \text{Bo})$. — Wird Borax in Wasser gelöst und Salmiak hinzugebracht, so entsteht eine eigenthümliche Zersetzung, indem sich, aus dem Chlorgehalte des Salmiaks und dem Natrongehalte des Borax, Kochsalz (Chlornatrium)

bildet, während dagegen Ammoniak frei wird und freie Borsäure übrig bleibt, welche sich nicht mit dem befreiten Ammoniak verbindet. Vorausgesetzt eine Boraxlösung komme in Berührung mit Steinsalz, welches Salmiak und den so gewöhnlichen, zu Stassfurth, wie die dortigen Bohrungen ergeben haben, sogar vorwaltenden, Gehalt an Bittersalz (schwefelsaurer Magnesia) besässe, so würde das durch die Wechselzersetzung von Borax und Salmiak freigewordene Ammoniak die Schwefelsäure des Bittersalzes, die freigewordene Borsäure dagegen die Magnesia desselben in Anspruch nehmen. Die Quantitätsverhältnisse der Zersetzung würden sich nach den Bedingungen der Umstände richten, unter welchen dieselbe vor sich ginge. Wie man bei der Zersetzung des Borax durch Salmiak, je nach der Einleitung des Experimentes, entweder alle Borsäure freimachen, oder aber nur einen Theil des Natrons in Chlornatrium verwandeln und den anderen als ein saureres Borat zurücklassen kann, wie ferner nach den Umständen die in eine Verbindung eintretende Säuremenge entweder sich mit der vorhandenen Basis neutralisirt, oder, zur Erreichung eines höheren Sättigungsgrades, Wasser als Hilfsbasis hinzunimmt, so werden sich auch verschiedene wasserhaltige oder wasserfreie, säurereichere oder säureärmere Magnesiaborate bilden können.

Man kann sich die Entstehung des Borazites in einer solchen Weise vorstellen. Wenn Heinrich Rose (in der unter 63) angeführten Schrift, pag. 20), indem er äussert, dass es schwer zu bestimmen sei, welche Einflüsse zwischen Borsäure und Magnesia bei der Bildung des künstlich nicht darstellbaren Borazites stattgefunden haben mögen, hinzufügt: „Mir scheint nicht sowohl das Verhältniss zwischen Borsäure und Magnesia in demselben auffallend zu sein, als besonders der Umstand, dass das Mineral kein Wasser enthält, obgleich es in einem wasserhaltigen Muttergestein, dem Gypse, vorkommt“ — so fällt dieser Skrupel bereits hinweg, nachdem ich gezeigt habe, dass der Gyps, welcher die Borazitkrystalle umschliesst, nur ein Umwandlungsprodukt des wasserfreien Anhydrites sei, und

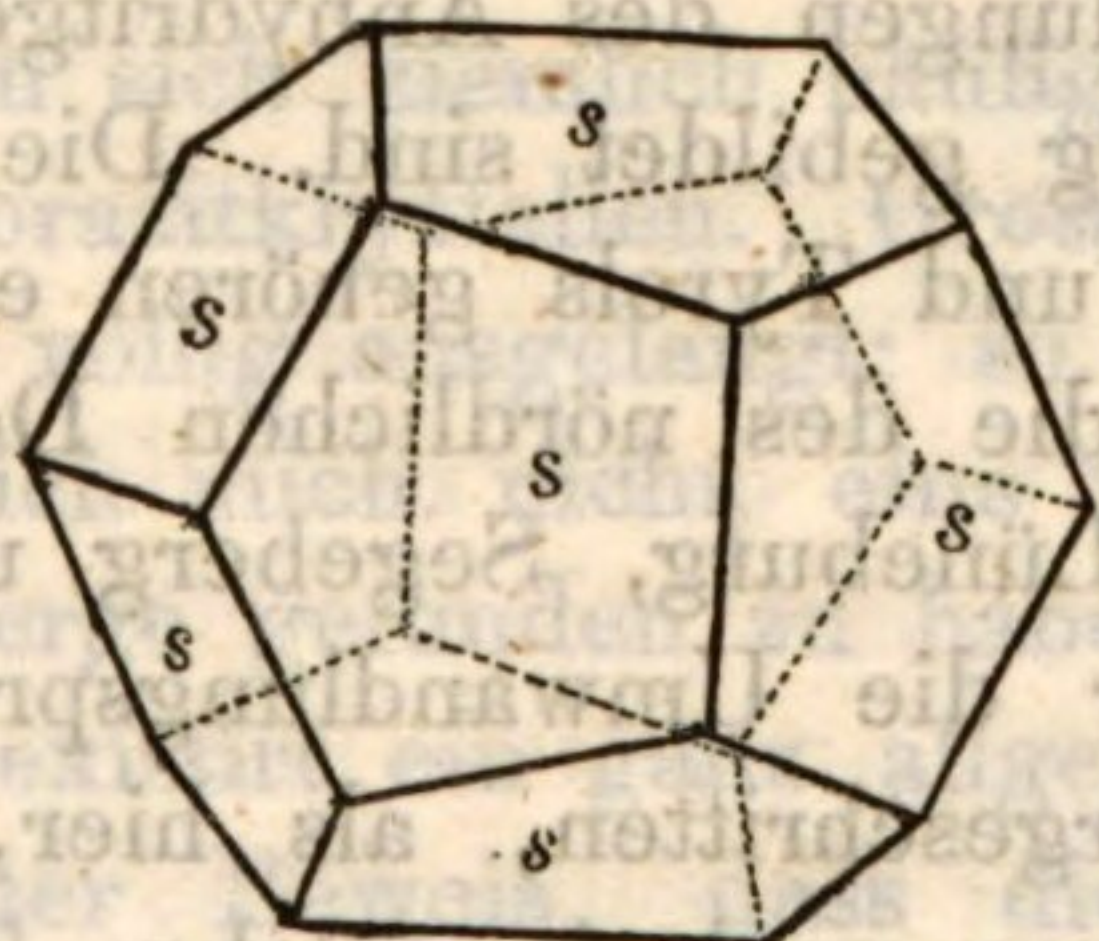
dass der Borazit sich sogar vor oder während der Anhydritbildung und zwar jedenfalls im Anfange derselben, also unter den besonderen, uns ebenfalls unbekannten und vielleicht mit den Dichtigkeitszuständen der in Wirkung tretenden Substanzen unter dem Drucke der überlagernden Bodenschichten in ursächlichem Zusammenhange stehenden, Umständen gebildet wurde, welche auch die Schwefelsäure mit der Kalkerde eine wasserfreie Verbindung eingehen liessen.

Verschiedene Umstände machen einen solchen Prozess für die Entstehung des Borazites, wie der angedeutete, nicht unwahrscheinlich, und nur dies konnte mich bewegen, eine solche Andeutung zu geben, welche ohne die Anhaltspunkte leitender Beobachtungen überall werthlos sein müsste.

Es finden sich mancherlei Anzeichen, dass die Borazitbildung an das Vorhandensein von Steinsalz geknüpft war. Da aber das Chlornatrium des Steinsalzes keinen Bestandtheil mit dem Borazite gemeinsam hat, so muss der Zusammenhang zwischen beiden in einem komplizirteren chemischen Prozesse liegen. Einen ursprünglichen Gehalt von Salmiak haben wir in dem Steinsalze der Borazitlagerstätten auf anderem Wege bereits vermuthen müssen. Eine Begleitung des Chlornatriums von Borax erscheint, nach dem Salzgehalte der Boraxseen in Tibet und nach der Auffindung des borsauren Natrons in den oben erwähnten Quellen, nicht ohne Beispiel. Der Salmiak kann neben diesem natürlich nicht ursprünglich existirt haben, sondern er muss durch die Ammoniakentwicklung aus der Fäulniss der im Gesteine enthaltenen organischen Substanzen erst nach deren Ablagerung entstanden sein. Nun finden sich aber weitaus die zahlreichsten Borazitkrystalle in demjenigen Theile des Gypses und Anhydrites, welcher die grösste Menge von Rotheisenrahm enthält, die grossen Krystalle im Lüneburger Kalkberge in einem durch und durch röthlichen Gypse. Rotheisenrahm ist mitunter selbst in den Borazitkrystallen enthalten. Dieser Rotheisenrahm aber

ist, wie ich gezeigt habe, aus dem Chloreisengehalte des Steinsalzes gebildet und aller Wahrscheinlichkeit nach mit Salmiak verbunden gewesen. — Sehr häufig finden sich die Borazitkrystalle in einem an bituminösen Substanzen sehr reichen, graulichen und schwärzlichen Anhydrite und Gypse und nur, wo die Atmosphärien das Gestein gänzlich ausgelaugt und den Gyps völlig, feiner oder grobkörniger, krystallinisch gemacht haben, vermisst man diese Substanzen, welche eine reichliche Quelle von Ammoniak sind. Auch die Borazitkrystalle enthalten, wie oben erwähnt worden ist, solche organische Substanzen, durch welche sie oft fast schwarz sind. Wie diese organischen Substanzen, in sich faulend, auf die Bestandtheile des Gesteins eingewirkt haben, das zeigt das häufige Vorkommen kleiner Pyrit- (Schwefelkies-) Krystalle in dem bituminösen Gypse und Anhydrite. Denn wir wissen, dass diese Pyrite durch Einwirkung faulender, mit grosser Begier Sauerstoff an sich ziehender, organischer Substanzen auf schwefelsaures Eisenoxydul entstanden sind. Leonhard hat das Vorkommen von Pyritkrystallchen in Borazitkrystallen vom Schildsteine zuerst beobachtet. Ich kann diese Angabe aus vielen eigenen Beobachtungen vollkommen bestätigen. Es sind mikroskopisch kleine Pyrit-Stellinge (Pentagonaldodekaeder), wie Fig. 83, goldig glän-

83.



zend, welche sowohl den schwarzen Anhydrit und Gyps durchstäuben, als auch in den Borazitkrystallen vorkommen, oft ihrer mehrere in einem solchen Krystalle. Die reine Ausbildung ihrer Form in der umgebenden krystallisirten Masse beweist ihr höheres Alter. Diese Behauptung

würde in Betreff des Gypses vielleicht weniger befremden, da die meisten Halurgen und Mineralogen wohl bereits daran gewöhnt sind, den Gyps für ein Umwandlungsprodukt des Anhydrites zu halten. Aber ich sage, dass die Pyritkrystalle auch älter sind, als der Borazit, und oben habe ich bereits bewiesen, dass die Borazitkrystalle ihre Ausbildung erreicht haben vor denen des Anhydrites. Man wird fragen, in welcher Umgebung befanden sich aber die Pyritkrystalle vor der Bildung des Anhydrites und Borazites? Ich antworte: im Steinsalze. Auch die Steinsalzrestchen im Anhydritgesteine des Schildsteines umschliessen Pyritkrystallchen. Sie erinnern mich an das Auftreten von Kupferkies im Steinsalze und den dasselbe umgebenden Gebirgsmassen im Salzberge von Hall in Tyrol, welches Haidinger so lehrreich beschrieben hat. 78) Nimmermehr hätte sich auch in Borazitkrystallen, in Steinsalzmassen und in Anhydrit und Gyps die nämliche Pyrit-Spezies von obiger Form gebildet und schon diese Übereinstimmung der Form in den so verschiedenartigen Massen hätte uns die Überzeugung geben dürfen, dass diese Verschiedenartigkeit der umgebenden Massen nicht ursprünglich gewesen sei. Aber deutlicher wird der Fingerzeig, wenn wir am Borazit selber Beweise finden, dass er ursprünglich in Steinsalzmassen gebildet ist, so wie ich bereits oben (Seite 181) nachwies, dass die Anhydritkrystalle in den Höhlungen des Anhydritgesteines des Schildsteins zu Lüneburg gebildet sind. Die Steinsalzlager des Salzkammergutes und Tyrols gehören einer weit jüngeren Periode an, als die des nördlichen Deutschlands, insbesondere die von Lüneburg, Segeberg und Stassfurth. In jenen sind daher die Umwandlungsprozesse auch noch nicht so weit vorgeschritten, als hier, und man findet manche Verhältnisse noch in solchen Zuständen, wie sie in unseren borazitführenden Lagerstätten in einer früheren Periode ebenfalls stattgefunden haben, während dieselben auf letzteren Lagerstätten gegenwärtig bereits überwunden, und ihre Spuren selbst bereits fast völlig verwischt sind. Zu Hall fand Haidinger theils linsenförmige Salzmassen

im umgebenden Salzthone, theils würflige Salzkryrstalle, in welche Anhydrit- (und auch Zölestin-) Kryrstalle von aussen hineingewachsen sind, und „wenn man aus den würfligen von Salz erfüllten Räumen das Salz durch Auflösung entfernt, so erscheint der innere Raum ganz überdeckt mit einer Rinde“ von jenen Kryrstallen. Das sind wahre Pseudomorphosen von Anhydrit und Zölestin nach Steinsalz, Dokumente von direkter Beweiskraft, deren Zeugniß wir zur Ermittlung der Bildungsvorgänge auf den Borazitlagerstätten in Anspruch nehmen dürfen. Sie ergänzen das Zeugniß, welches hier das gegenseitige Verhalten von Gyps, Anhydrit, Borazit und Pyrit zum Steinsalze und zu einander noch in aeternam memoriam zu den Akten geben.

Steinsalz ist nicht allein im Anhydrite des Schildsteins, welcher an Borazitkryrstallen reich ist, hie und da noch theilweise erhalten, sondern auch im Gypse des Kalkberges bei Lüneburg und bei Segeberg früher vorgekommen. Noch neuerdings erhielt ich Gypsstücke mit Borazitkryrstallen aus dem Theile des Lüneburger Kalkberges, welcher sich durch die röthliche Färbung des Eisenrahms schon aus der Ferne auszeichnet; diese Gypsstücke waren reich an Chlornatrium und Chlorkalzium, ein wahres Gemenge von Gyps, Rotheisenrahm, Kochsalz und Hydrophilit, dessen einzelne Gemengtheile nur unter der Lupe von einander unterscheidbar waren. In älteren Sammlungen finden sich ziemlich häufig solche salzreiche Gypsstücke mit Borazitkryrstallen. Grossentheils aber ist das Gestein schon völlig ausgelaugt; so lange ich denken konnte, erinnerte ich mich nicht, eine Spur von Salz im Lüneburger Kalkberge gefunden zu haben.

Endlich aber existirt ein ganz allgemein sich geltend machender, direkter Beweis, dass die Borazitkryrstalle ursprünglich von Steinsalz umgeben waren, zwischen und an Kochsalzkryrstallen gebildet sind. Leopold Gmelin ⁷⁹⁾ beobachtete zuerst Steinsalz in einem Borazitkryrstalle, vermuthlich vom Lüneburger Kalkberge, da die Beobachtung bereits im Jahre 1814 geschah. Derselbe berichtet: „In der Mitte eines zerbrochenen Borazites von

Lüneburg habe ich ein plattgedrücktes Körnchen Steinsalz gefunden, eine, so viel ich weiss, noch nicht aufgeführte Seltenheit, die ich noch in meinem Kabinet verwahre.“ Diese Beobachtung ist in ziemlich ungenauer Weise in die mineralogische Litteratur übergegangen. Ich wunderte mich, dass so viele Bücher von Steinsalz in Borazitkrystallen in einer Weise reden, als ob die Erscheinung sehr gewöhnlich sei; und doch gab keins nähere Aufschlüsse. So spricht schon Hoffmann von dem „Vorkommen einzelner Steinsalzkörnchen im Innern der Borazitkrystalle,“ und beruft sich selbst dabei auf Gmelin, der doch die Sache nur ein einziges Mal beobachtete und ungenau beschrieb. Nach Gmelin's Angabe könnte man vermuthen, der Borazit umschliesse das Steinsalzkörnchen allseitig in seinem Innern. Glücklicher Weise ist ein Seitenstück zu dem, welches Gmelin besass, neuerlich durch die Güte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Lüneburg in meine Hände gelangt, *) welches ganz wohl zu Gmelin's obigen Worten hätte Anlass geben können. Ein schöner, fast klarer, nur etwas durch organische Substanz graulich gefärbter Würfelborazit-Krystall von fast rein würfliger Form sitzt in röthlichem, sehr salzreichem Gypse vom Kalkberge zu Lüneburg. Ein derberes Salzkörnchen, halbklar, auch röthlich gefärbt, ragt scharf in den Borazitkrystall hinein. Es bleibt hier kein Zweifel, der Borazitkrystall ist auf dem Steinsalze angeschossen und hat sich, wachsend, um dasselbe gefügt. Freilich, wenn man einen solchen Krystall aus dem Gesteine gebrochen, für sich betrachten würde, und dann nur ein in ihm steckendes Salzsplitterchen erkannte oder vielleicht erst beim Zerschlagen wahrnähme, so würde man das Verhältniss nicht leicht würdigen, wie dasselbe gewürdigt zu werden verdient. — Würde man den beschriebenen Krystall in Wasser legen und das Salz auflösen, so würde derselbe an der Stelle des letzteren ein Loch, eine Höhlung, eine hohle

*) Das interessante Exemplar ist von mir in der schönen Sammlung meines steinreichen Freundes Herrn David Wiser in Zürich niedergelegt worden, wo Viele dasselbe zu sehen Gelegenheit haben werden.

Abformung des Steinsalzes behalten. Die Borazitkrystalle im Kalkberge zu Lüneburg besitzen aber nicht selten Höhlungen, zumal die „Riesen“ in einer sehr deutlichen Grösse. Diese Höhlungen gehen theils tief in das Innere und sind nur wenig nach aussen geöffnet, theils erscheinen sie als grosse, wenig tiefe Eindrücke. Sie sind gegenwärtig freilich mit Rotheisenrahm und Gyps gefüllt — allein der letztere ist durchaus nur ein neuer Ansiedler in denselben. Eine solche Höhlung an einem sehr grossen Krystalle gab mir, als ich dieselbe mit eingedrücktem Wachs abformte, das deutliche Modell einer reinen Würflingsecke, wie die Kochsalzkrystalle sie darzustellen pflegen, und deren drei Flächen noch obendrein charakteristisch mit vorragenden kleinen Würfelchen besetzt sind. Diese Form kann nur vom Steinsalze herrühren, an welchem der Borazitkrystall angeschossen war. Die meisten derartigen Höhlungen sind von unregelmässiger, etwas verrundeter Form, in deren Abdrücken man nur geringe Spuren von krystallinischer Gestaltung erkennt, auch ist ihre Grösse sehr verschieden. Sie führen unmittelbar zu den ganz kleinen, mitunter dem Auge kaum wahrnehmbaren Löchern, durch welche die Flächen der schönsten und klarsten Borazitkrystalle so häufig wie zerfressen aussehen. Drückt man diese ab, so erkennt man unter der Lupe zwischen vielen verrundeten Formen oft genug deutliche Würfelchen, wie die Gestalten des Kochsalzes. Nach der Bildung der Borazitkrystalle ist das Salz theils von Anhydrit verdrängt, theils ohne Ersatz ausgelaugt; letzteres geschah vermuthlich vorzugsweise bei der Umwandlung des Anhydrites in Gyps. Der Rotheisenrahm, das Umwandlungsprodukt des im Steinsalze enthalten gewesenen Chloreisens, ist zurückgeblieben und färbt so den Gyps, welcher die Höhlungen erfüllt und welcher nun fast als ein ursprünglicher Einschluss in den Borazitkrystallen erscheint und wohl oft genug so angesehen worden ist. Bisweilen kann man sich von dem jüngeren Datum des Gypses gegenüber dem Borazit unmittelbar überzeugen, indem man mit der Lupe das Ansitzen der kleinen Gyps-

krystalchen an den Borazitwandungen dieser Löcher und das Hineinragen ihrer frei ausgebildeten Ecken und Kanten in die Höhlungen deutlich erkennt.

Im Schildsteine befinden sich die Borazitkrystalle mitunter in unmittelbarer Berührung mit jenen unregelmässigen, von Hydrophilit umgebenen Höhlungen, in welchen Steinsalz gesessen hat, oder noch als theilweise Ausfüllung vorhanden ist; ja in einem Falle sah ich einen Borazitkrystall fast frei in eine solche Höhlung hineinragen. Hier war nicht Anhydrit genug gebildet, um diesen Krystall allseitig zu umschliessen.

Alle diese Beobachtungen geben gewiss ein genügendes Zeugniß dafür, dass Steinsalz das ursprüngliche Muttergestein des Borazites sei, und dass die Borazitkrystalle nicht blos in den Gyps (bei dessen Bildung aus der Umwandlung von Anhydrit), sondern auch in den Anhydrit selber nur gleichsam vererbt seien.^{79 a)}

Es kommt nun auch das Zeugniß der Borazitlagerstätte von Stassfurth hinzu, welches die Verknüpfung der Borazitbildung mit dem früheren Vorhandensein von Steinsalz so schön nachweist. Nicht nur ist dort der Borazit dem bittersalzreichen Steinsalze beigemengt, so dass er erst bei dessen Auflösung als Rückstand zum Vorschein kommt, sondern der kryptokrystallinische Borazit enthält ebenfalls Steinsalz; Steinsalzwürfeln sassen an den gewonnenen Stücken, und in einem Stücke wurde der deutliche Abdruck einer, grösstentheils verschwundenen, Steinsalzkry stallgruppe gefunden.

Alle diese Verhältnisse zusammen genommen lassen nun die obige Vermuthung fast zur Gewissheit werden, es sei der Borazit ein Produkt der Wechselzersetzung von Salmiak, welcher sich aus den faulenden organischen Substanzen der Ablagerung bildete, auf ein Steinsalzgemeinschaft, welches borsaures Natron enthielt, wie die Salzseen in Tibet, und Bittersalz, wie u. a. die Astrachanischen Salzseen und wie das Steinsalzgemeinschaft zu Stassfurth.

Es ist nicht meine Absicht, die Vergleichung der Stein-

salzlagerstätten mit den Salzseen hier weiter auszuführen; ebensowenig kann ich hier den Verhältnissen der Suffioni von Toskana weiter nachgehen, so interessant auch, nach den zu Stassfurth gemachten Beobachtungen, jene Entwicklungen borsäure- und ammoniakhaltiger Dämpfe sich zur Vergleichung anbieten. Bolley 80) hat bereits angedeutet, dass die Suffioni der Zersetzung eines borsäurehaltigen Minerals durch Salmiak in hohem Grade ähnlich sehen. Mir war es zunächst um Gewinnung aller durch Beobachtungen erreichbaren Sicherheit der Vermuthung über die Entwicklungsgeschichte des Borazites zu thun. Es wird nun von Interesse sein, weiter unten auch das weitere Schicksal dieses merkwürdigen Minerals kennen zu lernen.

Zunächst darf wohl hier eine Frage Erledigung finden, welche ich gerne schon in den früheren Abschnitten wach gerufen haben würde, wo bei der Betrachtung der Formen, der optischen, elektrischen, magnetischen Verhältnisse der Borazitkrystalle so häufig von der rationellen Stellung dieser Krystalle die Rede war. Überall lag die Frage nahe, welchen Sinn die Erörterung dieser Stellung haben könne und ob in der Natur, im Gestein den Borazitkrystallen eine bestimmte, regelmässige Stellung zukomme, ob die eine oder die andere Axe etwa mit einem Radius der Erdkugel zusammenfalle, oder ob es in der Lagerung der Gebirgsmasse irgend eine Ebene gebe, zu welcher eine gewisse Axe, etwa die elektrisch-magnetkrystallische Hauptaxe, normal stehend nachgewiesen werden könne.

Ein Blick auf einen mit Borazitkrystallen durchschwärmten Gypsblock vom Kalkberge zu Lüneburg oder einen solchen Anhydritblock vom Schildsteine scheint jede derartige Frage überflüssig machen zu wollen. Selten erkennt man einen Parallelismus auch nur zwischen zwei nächst benachbarten oder weiter entfernten Krystallen und man könnte zu der Ansicht verleitet werden, dass den Krystallen überhaupt eine bestimmte Stellung gar nicht zukomme, sondern dass dieselben nach blindem Zufall in die Gesteinsmasse eingestreut seien. So gerathen wir immer

an den Zufall, wo uns die waltenden Gesetze, die Verknüpfungen von Ursache und Wirkung entgehen.

Wir wissen jetzt, dass der Magnetismus es ist, welcher die Richtung der Krystallaxen bei der Bildung der Krystalle gleichsam vorschreibt.

Nachdem Plücker die Überzeugung gewonnen hatte, dass ein inniger Zusammenhang zwischen dem Magnetismus und dem Organismus der Krystalle stattfindet, zweifelte derselbe nicht mehr, dass dieselbe Kraft, welche den fertigen Krystall axial oder äquatorial richte, auch bei der Entstehung der Krystalle eine ordnende Gewalt über die sich zum Krystallkörper aufbauenden Massentheilchen üben müsse. Er konnte daher vermuthen, dass Krystalle, welche sich zwischen den Magnetpolen bilden, eine solche Stellung annehmen würden, dass sie hernach, frei zwischen den Polen aufgehängt, stets wieder die nämliche Stellung behaupten müssten. Plücker goss geschmolzenes Wismuth in ein ausgehöhltes Kohlenstück und liess es zwischen den Magnetpolen erkalten. Nach der Erkaltung fand sich, dass die gebildeten Krystalle ihre Hauptspaltbarkeit äquatorial gerichtet hatten, dass also ihre Hauptaxe zwischen den Polen axial gewesen war und stets nahmen dieselben, zwischen Magnetpolen aufgehängt, wieder die nämliche Stellung an.⁸¹⁾ Zu ganz demselben Resultate war selbstständig auch Wiedemann gelangt,⁸²⁾ welcher Wismuth in einem Reagenzgläschen schmolz und es zwischen den Polen des Magneten erkalten liess. Er fand, dass die erstarrte Masse, nach dem Erkalten frei zwischen den Polen aufgehängt, immer wieder die nämliche Stellung annahm, welche sie während des Erkaltens gehabt hatte.

Wir wissen nun, dass unsere Erde in ihrer Totalität jenen mächtigen Magnetismus äussert, welcher überall die Magnetnadel zu den Polen richtet. Aber dieser Totalmagnetismus der Erde ist nur ein gemeinsames Resultat aus zahllosen untergeordnet magnetischen Kraftlinien, welche in den verschiedenen Theilen des Erdballs thätig sind. Viele Gebirgsmassen besitzen so starken Magnetismus, dass sie eine Ablenkung der Magnetnadel von ihrer

normalen Richtung bewirken. Aber die neueren Entdeckungen über das magnetische und diamagnetische Verhalten der Körper lassen keinen Zweifel, dass zwischen allen Körpern unserer Erde magnetische Kraftlinien existiren, welche in einer unendlichen Mannigfaltigkeit sich gegenseitig durchkreuzen und modifiziren. Wir sind noch nicht im Stande zu vermuthen, ob es je der Wissenschaft gelingen werde, die Gesetze dieser Kraftlinien zu ermitteln und bis in's Einzelne zu verfolgen. Aber sicher ist, dass die Ermittlung dieser Kraftlinien uns das Räthsel der Stellung der Krystalle in den Gebirgsmassen lösen würde. Wir dürfen als ein gewonnenes Resultat den Satz wagen, dass jeder Krystall, durch die Stellung, in welcher wir ihn in der Gebirgsmasse vorfinden (vorausgesetzt, dass dieselbe noch keine Verrückung erlitten habe), gleichsam ein Denkstein sei für eine Magnetkraftlinie, welche in der Gebirgsmasse an einem Orte und zu der Zeit seiner Entstehung thätig war. Die Ursachen dieser Kraftlinien dürfen wir bei den Borazitkrystallen natürlich weder im Gypse noch im Anhydrite, sondern müssen sie im Steinsalze suchen. Es eröffnen sich hier neue Mittel zur Forschung über längst Vergangenes — spätere Geschlechter werden dieselben benutzen.

Siebenter Abschnitt.

Parasit.

Es ist eine oft ausgesprochene Behauptung, dass der Borazit „verwittere“. Allein mit diesem Worte verbinden sich meistens sehr unklare Vorstellungen. Fasst man die mit demselben bezeichneten chemischen Prozesse näher in's Auge, so kommt man zu dem Ergebnisse, dass das Verwittern ein äusserst dehnbarer Begriff ist; die Erzeugung der schönsten Gypskrystalle ist, wenn man will, auch das Ergebniss eines „Verwitterungsprozesses“ des Anhydrites; die Bildung der prächtigsten Bergkrystalle ist in gewissem Sinne ein Resultat der Verwitterung, die Hälfte

aller bekannten Mineralien ist durch Verwitterung gebildet — denn Verwitterung lässt sich nicht enger begrenzen, als alle chemischen Prozesse, welche im Erdboden vor sich gehen, so weit die Wirkung der Atmosphären sich erstreckt, so tief die Tagewasser in demselben niedergehen. Im gewöhnlichen Leben begreift man unter Verwitterung nur eine Zerstörung. Aber jede Zerstörung ist eine Neubildung.

Niemand hat sich über die Verwitterung des Borazites deutlicher geäußert, als Suckow in seiner Lehre von der Verwitterung im Mineralreiche. Derselbe führt unter den Wechselzersetzen, welche das in den Boden eindringende Wasser hervorbringe, auch folgende an: 83) „das Steinsalz und der Borazit, aus welchen boraxsaures Natron und Chlormagnesium hervorgehen.“ Allein diese Wechselzersetzung ist durchaus nicht auf Beobachtung gegründet, ebenso wenig wie die daneben angeführte, dass Steinsalz und Gyps sich in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) und Chlorkalzium zersetzen, und die in der Anmerkung hinzugefügte, dass Gyps und Chlormagnesium sich in Bittersalz und Chlorkalzium zersetzen. Gerade die entgegengesetzten chemischen Prozesse weist die Chemie nach (vgl. 74 a). Es sind dies Vermuthungen, welche, auf unvollständige Beobachtungen und unrichtige Kombination derselben gegründet, in der Natur ihre Widerlegung finden. Die Bildung borsaauren Natrons findet bei der Verwitterung der Borazitkrystalle durchaus nicht statt. Leider ist es nur zu oft geschehen, dass man in der Mineralogie der Mühe sorgfältiger Beobachtung sich überhoben glaubte, wenn irgend ein Zusammenvorkommen, wie hier das von Borazit mit Steinsalz, Chlorkalzium im Anhydrit und Gyps mit Steinsalz, eine auf den ersten Blick sich zudrängende Vermuthung zu begünstigen schien. Aber der Schein trügt, und genauere Beobachtung weist rasch gefasste Vermuthungen oft zurück.

Trübe Borazitkrystalle und klare Borazitkrystalle hat man bislang nie für wesentlich verschieden gehalten. Die bisherige Mineralogie legte auf solche Unter-

schiede das allergeringste Gewicht und hielt die mannigfaltigsten Varietäten eines Minerals für gleichgültig, so dass man meistens nicht einmal hinreichende Andeutungen über dieselben findet. Vollends, wenn ein Mineral sich durch seine Krystallform genügend charakterisirte, so fand man es sehr unwesentlich, weiteren Werth auf „Zufälligkeiten“ in der Beschaffenheit desselben zu legen. Gaben dann die chemischen Untersuchungen mehrerer „Varietäten“ eines und desselben Minerals weniger oder mehr von einander abweichende Resultate, so wurde auch diese Verschiedenheit wohl für „zufällig“ und „unwesentlich“ erklärt, während doch in der Natur, wo Alles nach Gewicht, Maass und Zahl geordnet ist, nichts zufällig, sondern Alles das mathematisch sichere Produkt seiner ursächlichen Faktoren und nichts unwesentlich ist, so wenig $2\frac{1}{2}$ mal 2 auch noch 4 giebt. Der kleinste Rechnungsfehler in der Natur würde zum Weltenuntergange führen müssen! — Die Chemie war längst genauer in ihren Forderungen, als die Mineralogie; ich kann dafür ein schlagendes Beispiel anführen, um so bezeichnender für die Sache, je erhabener über kleinlicher Kritik die Personen stehen, welchen ich dieses Beispiel entnehme. Einer der berühmtesten, geist- und verdienstvollsten Mineralogen, ⁸⁴⁾ gewiegt in allen Fragen der Wissenschaft, bemerkt in Bezug auf eine ganz eigenthümliche, sogleich näher zu beredende Erscheinung an den „undurchsichtigen Borazitkrystallen“ Folgendes: „Dies ist indessen nur eine Zufälligkeit bei der Krystallbildung, wie sie wohl öfter bei Krystallen stattfindet und die nicht mit einer späteren Veränderung in der Lage der kleinsten Theilchen oder der chemischen Zusammensetzung zusammenhängt, denn die durchsichtigen und undurchsichtigen Krystalle zeigen, wie Rammelsberg (Poggendorff's Ann. Bd. 49, S. 449), bezeichnet hat, nur unmerkliche Verschiedenheiten im spezifischen Gewichte und in der chemischen Zusammensetzung.“ Dagegen sagt der Bruder desselben Mineralogen, einer der ausgezeichnetsten unter den lebenden Chemikern, ⁸⁵⁾ in Bezug auf dieselben undurchsichtigen Krystalle, die er

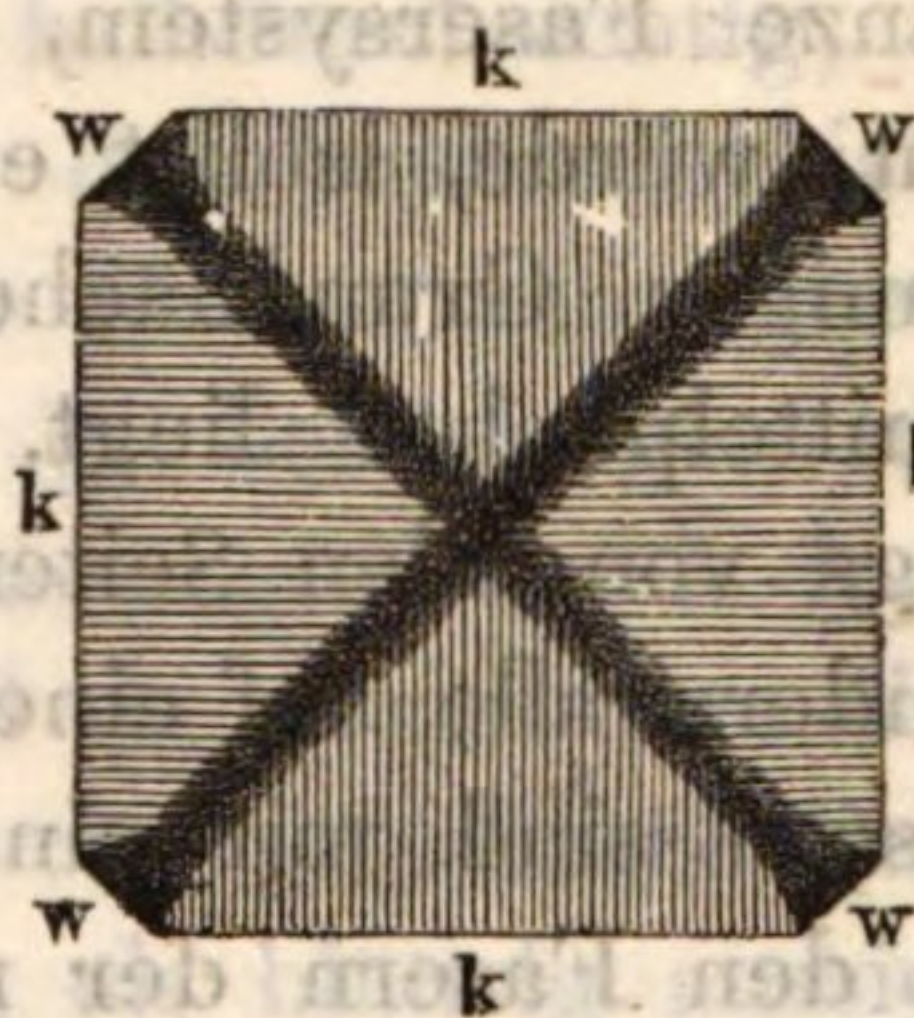
„offenbar schon in einem anfangenden Zustande der Zersetzung begriffene“ nennt, und mit Anführung der nämlichen Untersuchung Rammelsberg's: „Schon Rammelsberg hat undurchsichtige Krystalle des Borazits untersucht (Pogg. Ann., Bd. 49, S. 449) und in ihnen einen etwas grösseren Talkerdegehalt, als in den durchsichtigen Krystallen, gefunden. Bei den von Hrn. Weber analysirten Krystallen war aber, da sie noch etwas mehr Magnesia enthalten, als die von Rammelsberg untersuchten, die Zersetzung noch weiter vorgeschritten, durch welche der Gehalt von Borsäure sich in dem Maasse vermindert, als der der Magnesia sich vermehrt.“ Der Chemiker findet den wichtigen Anfang eines bemerkenswerthen chemischen Prozesses, wo der Mineraloge unmerkliche und zufällige Verschiedenheit übergehen zu dürfen glaubt. Schon in der ersten Nachricht über den „kubischen Quarz“ redet Lasius von dem „strahligen Gewebe des Quarzes“ (vergleiche die oben unter ²) angeführte Nachricht). Auch Heyer (Schrift 6) hebt bereits bemerkenswerthe Unterschiede in der Beschaffenheit der Krystalle hervor. „Ich will nur noch folgendes erinnern, dass die mehresten ganz durchsichtig waren, einige waren gelblich milchweiss, zwey aschgrau, die klaren waren ganz glatt, die anderen hingegen von mehr lockerem Gewebe, so, dass sie an einigen Stellen wie angefressen schienen; — ihr spezifisches Gewicht betrug von 2.076 bis zu 3.467; die „trüben waren die leichtesten, die klaren aber die schweresten.“ Diese Beobachtungen sind sehr bemerkenswerth! — Westrumb (Schrift 7) bemerkt: „Einige wenige sind ganz durchsichtig, andere halbdurchsichtig, die mehresten aber undurchsichtig. Bey den mehrsten ist die äussere Rinde zerfressen und selten findet man einen Krystall, der sich ganz erhalten hätte; ja (bei einigen scheint der Stoff, der die äussere Rinde zernagte, auch in das Innere eingedrungen zu sein, und dann zerfallen sie, bey einem Hammerschlage leicht in ein gröbliches Pulver, das unter der Lupe mehr strahlig, als blättrig aussiehet.“ — Lasius (in der Schrift 11) sagt: „Der verwitterte Theil eines solchen

Kristalls, hat dann ein völlig strahliges Gewebe, dessen Fasern gemeiniglich rechtwinklig auf die äusseren Seitenflächen des Körpers aufstossen, zuweilen scheinen sie aber auch wohl etwas gegen den Schwerpunkt des Kristalls zu convergiren.“ Auch Gustav Rose (in der Schrift 51) erwähnt: „Wenn man die undurchsichtigen Krystalle zerschlägt, so erscheinen sie gewöhnlich im Innern faserig, und die Fasern stehen auf den äusseren Flächen senkrecht“ u. s. w.

Zerschlägt man Borazitkrystalle vom Kalkberge bei Lüneburg, selbst solche, welche ganz glasartig und frisch aussehen, so bemerkt man leicht eine Neigung zu splittigem Bruche, durch welchen sich mehr oder weniger keilförmige Bruchstücke absondern, deren Spitzen, wenn man die Stücke wieder zusammensetzen wollte, gegen den Mittelpunkt des Krystalls gerichtet sein würden. Sind die Krystalle trübe, so erkennt man die Ursache dieses eigenthümlichen Zerbrechens schon deutlicher; man bemerkt eine faserige Struktur, welche offenbar mit demselben zusammenhangt. Krystalle, welche zur Beobachtung dieser Verhältnisse recht geeignet sind, erscheinen durchaus als ein Aggregat von ziemlich groben Faserbündeln. Diese Faserbündel stehen allerdings gegen die Krystallflächen normal, allein keineswegs gegen alle, sondern nur gegen die Knöchlingsflächen (k). Von dem Mittelpunkte jeder Knöchlingsfläche geht ein Faserbündel geradeswegs bis zum Mittelpunkte des Krystalls; die anderen Faserbündel sind sukzessiv immer kürzer, so dass diejenigen, welche auf dem Rande der Knöchlingsflächen stehen, äusserst kurz sind. Das ganze Fasersystem, welches auf einer Knöchlingsfläche steht, würde, isolirt, eine vierseitige Pyramide mit rautenförmiger Grundfläche darstellen, deren Spitze am Krystallmittelpunkte liegt. Die Faserbündel laufen also keineswegs von allen Seiten gegen den Mittelpunkt zusammen, sondern alle auf einer jeden Knöchlingsfläche stehenden Fasern sind mit einander parallel, und machen dagegen mit den Fasern der nächst benachbarten Flächen ganz beständige Winkel von 60° . Dieses Ver-

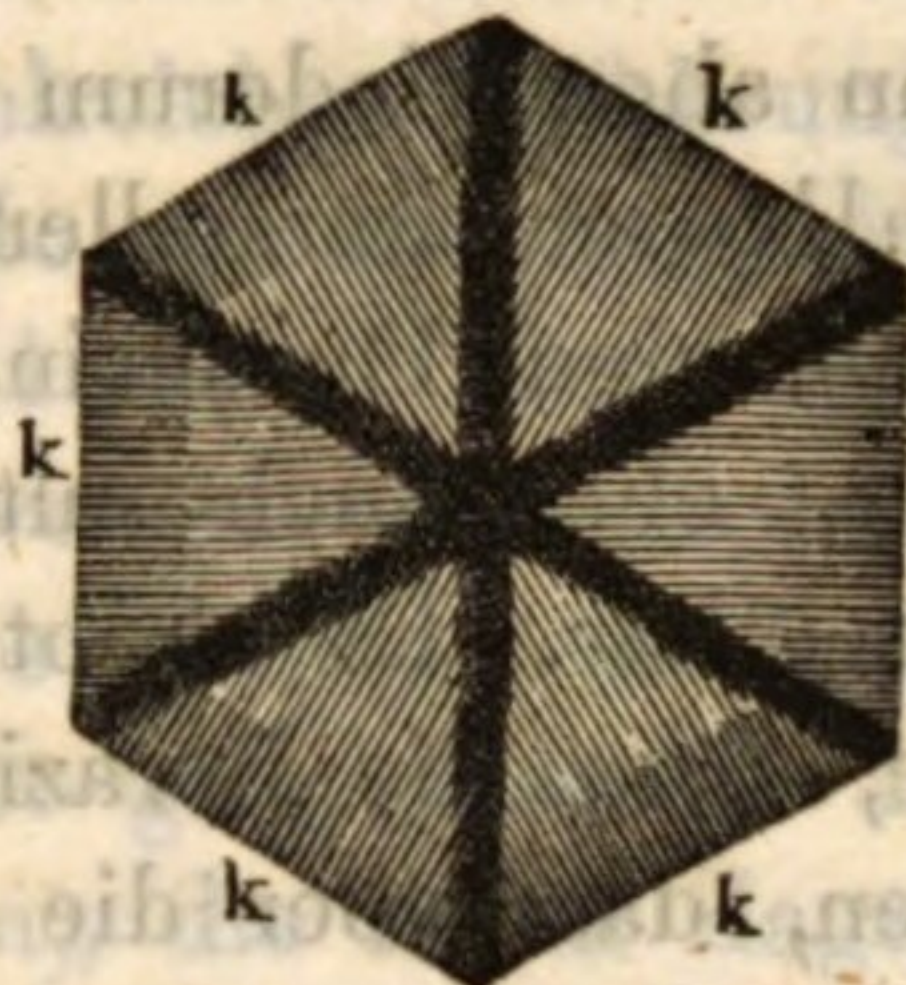
hällniss ist vollkommen richtig beobachtet von Karl Hartmann.⁸⁶⁾ Derselbe sagt in einer Note zu seiner Übersetzung von Beudant's *Traité de minéralogie*: „Diejenigen Varietäten (des Borazites), an denen das Rhombendodekaeder (der Knöchling) herrschend ist, zeigen ein besonderes Verhältniss der Flächenabsonderung. Zerschlägt man einen solchen Krystall vorsichtig, so erhält man zwölf vierseitige Pyramiden, deren Grundflächen die Flächen des Rhombendodekaeders sind, und deren Spitzen in dessen Mittelpunkte zusammenfallen. Theilt man den Körper in zwei Theile, so bemerkt man auch das exzentrisch Strahlige. Je zwei gegenüberliegende Pyramiden gehören einander an, die Durchwachsung ist daher sechsfach und weist auf eine versteckte Sechslingskrystallisation hin. Es gehört diese Erscheinung zu den merkwürdigen Fällen, wo Individuen bei physikalischer Verschiedenheit und bei gleichem geometrischen Werth in ein Ganzes zusammenfallen.“ — Exzentrisch sind die Fasern allerdings, allein nur nach zwölf Richtungen. Da je zwei Knöchlingsflächen parallel sind, so sind sich je zwei dieser Richtungen immer genau entgegengesetzt und entsprechen den beiden Halbmessern eines und desselben Durchmessers. Die Anordnung ist also in der That eine solche, als ob sechs Fasersysteme gleichwinklig durcheinander gewachsen wären. Durchschneidet man den Knöchling parallel einem Paare der Würflingsflächen, so erhält man einen quadratischen Durchschnitt, in welchem die Fasern so stehen, wie in Fig. 84, rechtwinklig gegen einander. Legt man dagegen

84.



den Schnitt parallel einem Paare der Ecklingsflächen, so erhält man einen regulär sechseckigen Durchschnitt, und in diesem stehen die Fasern unter Winkeln von 60° gegen einander geneigt, wie in Fig. 85. Die dunklen Theile

85.



dieser Figuren bestehen aus glasartiger, anscheinend noch unveränderter Borazitmasse. — Allerdings zeigt sich die Erscheinung um so ausgezeichneter, je mehr die Knöchlingsflächen vorherrschen; allein sie mangelt auch den übrigen Krystallen nicht. Man könnte auf den Gedanken kommen, es sei diese Faserigkeit die Ursache der verschiedenen Beschaffenheit der Flächen, da wirklich die Knöchlingsflächen so matt zu sein pflegen, dass sie als die gemeinsamen Endflächen locker komponirter Fasern erscheinen, und da die linken Timplingsflächen (+), die mattesten von allen, gerade auf der Grenze dreier zusammentreffenden Fasersysteme liegen. Allein schon die (übrigens nicht ausnahmslose) weit glattere Beschaffenheit der rechten Timplingsflächen (—), welche eben dieselbe Lage haben, beweist das Gegentheil; auch sind die linken Höckertimplingsflächen (b), welche gerade auf den Kanten liegen, in welchen je zwei Fasersysteme an einander grenzen, von glattester Beschaffenheit. Gleichwohl findet unverkennbar ein Zusammenhang statt; die Stellung der Fasern ist nämlich eine Folge der Beschaffenheit der Flächen und der Anordnung der Theilchen in den Krystallen. Die Würflingsflächen (w), welche von der Lage der Knöchlingsflächen (k) am Stärksten abweichen, sind den Fasern am Wenigsten günstig.

08 Eine ursprüngliche faserige Krystallisation innerhalb einer ganz anderen Krystallform ist durchaus undenkbar. Ein wahrer Krystall kann nie faserig, sondern nur etwa eine Faser, d. h. ein sehr langer und dünner Krystall, sein; nur Aggregaten langgestreckter, dünner Krystalle kommt diese Beschaffenheit zu. Ein solches Aggregat kann aber wiederum von sich aus keine regelmässige Krystallform darstellen. Was Hartmann annimmt, eine regelmässige Durcheinanderwachsung von sechs Faserbündeln, ist eben auch mit der regelmässigen Flächenbildung unvereinbar. Es bleibt nur eine Annahme zulässig, nämlich die, dass die Borazitkrystalle ursprünglich nicht faserig seien, dass aber die Fasern solche langgestreckte dünne Krystalle einer anderen Substanz sind, welche sich durch eine Umwandlung in den Borazitkrystallen gebildet haben, und deren bildende Ursache durch die Beschaffenheit der einen Fläche mehr, als durch die der andern, begünstigt wurde.

Derartige Erscheinungen sind nun in der That im Mineralreiche ausserordentlich häufig. Ich erinnere nur an ein Beispiel. Die prächtigen, dunkelblauen Krystalle der Kupferlasur zu Chessy bei Lyon in Frankreich, sind grossentheils mit vollkommener Erhaltung der Kupferlasurform in grünen Kupfermalachit verwandelt, wobei sich zahllose faserartig langgestreckte und dünne Malachitkrystalle innerhalb der Lasurkrystalle gebildet haben. Eben die Faserigkeit ist auch dort der sichere Beweis, dass die Malachitkrystalle die Lasurformen nicht ursprünglich gebildet, sondern nur durch ihre eigenthümliche Entstehungsweise beibehalten haben. (Lasur und Malachit bestehen aus Kohlensäure, Kupferoxyd und Wasser, aber in verschiedenen Verhältnissen. Die Lasur enthält in hundert Theilen:

Kupferoxyd = 69,09 = 3 Verhältnissmengen.

Kohlensäure = 25,69 = 2 Verhältnissmengen.

Wasser = 5,22 = 1 Verhältnissmenge.

100,00.

Der Malachit dagegen enthält in hundert Theilen:

Kupferoxyd = 71,82 = 2 Verhältnissmengen.

Kohlensäure = 20,00 = 1 Verhältnissmenge.

Wasser = 8,18 = 1 Verhältnissmenge.

100,00.

Wir wissen aus zahlreichen Erfahrungen, dass nicht allein die aus verschiedenen Bestandtheilen bestehenden *) Substanzen verschiedene Krystallformen darstellen, sondern auch solche, welche wohl aus denselben Bestandtheilen, aber in verschiedenem Verhältnisse, bestehen.**)

Der Malachit bildet gern faserige Krystalle (sehr lange und dünne Säulchen), die Lasur dagegen nie. — Die Umwandlung der Lasur in Malachit geschieht dadurch, dass das Wasser, welches den Boden und selbst die festesten Gesteine durchfeuchtet (wie sich dies an dem Dunstschweisse zeigt, der aus einem erhitzten Steine aufsteigt und sich an eine darübergehaltene kalte Glasplatte ansetzt), der Lasur einen Theil ihres Kohlensäuregehaltes entführt, während dagegen etwas Wasser in die Verbindung eintritt.

Ein ähnliches Verhältniss findet statt beim Borazit. Die Fasern, wenn dieselben auch nicht durch eine auffallende Farbenverschiedenheit vor der ursprünglichen Borazitsubstanz sich auszeichnen, sind Krystalle eines neuen Minerals, welche sich auf Kosten der ursprünglichen Borazitsubstanz gebildet haben, wie die Malachitfasern aus der Lasur, und welche sich, ihrer Substanz nach, zu der ursprünglichen Borazitsubstanz auch ganz ähnlich verhalten, wie der Malachit zur Lasur. Dass diese Fasern von den Knöchlingsflächen in den Krystall hineinwachsen, rührt vermuthlich daher, dass diese Flächen eben die undichtesten Flächen der Borazitkrystalle sind, dass die innere Anordnung der Theilchen der umwandelnden Feuchtigkeit gerade in einer zu diesen Flächen normalen Richtung vorzudringen gestattete, und dass die

*) „Qualitativ“ verschiedenen.

**) „Quantitativ“ verschiedene.

Feuchtigkeit allseitig gleichmässig auf diese, ringsum gleichmässig vom Gesteine umschlossenen, Krystalle einwirken konnte. Die regelmässig normale Stellung der Faserkrystalle der neuen Substanz scheint den Einfluss der zwischen den verschiedenen Theilen der Borazitkrystalle existirenden Polaritäten und den diese verbindenden Kraftlinien zu bezeugen.

Die ausgezeichnet lehrreichen Untersuchungen von Heinrich Rose über das Verhalten des Wassers gegen Borsäure in borsauen Verbindungen (Schrift 63) haben bewiesen, dass das Wasser, wie mehrere andere schwache Säuren, so auch die Borsäure aus ihren Verbindungen auszutreiben vermag. Was im chemischen Laboratorium durch massenhaftes Einwirken bedingt wird, das leistet die Natur durch die geringsten und allmähligsten Wirkungen im Laufe der Jahrtausende. Das Regenwasser, der Thau durchfeuchtet den Boden; die Umwandlung des Anhydrites, welcher die Borazitkrystalle einst umschloss, in Gyps, beruht ja selber auf der Wirkung dieses Wassers. Dasselbe übt seine chemische Wirkung auch auf die Borazitkrystalle, laugt einen Theil der Borsäure aus denselben aus und bildet eine borsäureärmere und zugleich wasserhaltige Verbindung.

Das Ergebniss der Analysen der ursprünglichen Borazitkrystalle würde, wenn eine absolute Genauigkeit möglich wäre, ergeben müssen in zehntausend Theilen:

Magnesia = 3008 (nämlich 1807 Theile Magnium und 1201 Theile Sauerstoff) = Mg.
 Borsäure = 6992 (nämlich 2188 Theile Bor und 4804 Theile Sauerstoff) = Bo^2 .
 10000.

Diesem Verhältnisse entspricht sehr nahezu die Analyse von Arfvedson und diejenige, welche Rammelsberg mit durchsichtigen Krystallen anstellte:

	Arfvedson	Rammelsberg
Magnesia	3030	3074
Borsäure	6970	6925
	10000,	9999,

deren Abweichungen vollkommen innerhalb der Grenzen liegen, innerhalb welcher auch die besten Analysen unvermeidlich fehlen können.

Dagegen ergeben die Analysen von 87)

	Du Menil	Rammelsberg (undurchsichtige Krystalle)	Weber	Stromeyer	Pfaff
Magnesia	3111	3112	3170	3300	3630
Borsäure	6414	6887	6434	6700	6370
(Kieselsäure)	50	—	—	—	—
(Eisenoxyd)	150	—	44	—	—
Wasser (?)	—	—	352	—	—
	9725	9999	10000	10000	10000.

Die Analyse von Du Menil gehört noch zu den ungenauen. Rammelsberg beachtete nicht, dass die trüben Krystalle ausser Magnesia und Borsäure noch Bestandtheile enthalten, welche durch Glühung ausgetrieben werden. Die sehr genaue Analyse von Weber ergab 352 Glühverlust, nach der Vermuthung Wasser, da die Prüfung auf Kalkerde deren Abwesenheit bewies, und somit auf Kohlensäure nicht gerechnet wurde. Die wasserfreie Masse enthielt:

Magnesia =	3286
Borsäure =	6669
Eisenoxyd =	45
	10000,

welches Ergebniss ich oben auf die wasserhaltige Substanz reduzirt habe. Die Analysen von Stromeyer und Pfaff fallen auch noch in die Zeit, in welcher volle Genauigkeit nicht zu erwarten war, und berücksichtigen ebenfalls den Glühverlust nicht. Der chemische Prozess, welcher sich in der Trübung und Faserbildung in den Borazitkrystallen beurkundet, geht deutlich genug aus der Vergleichung der reinen Borazitsubstanz (1) mit Rammelsberg's (ohne Verlust berechneten) Analyse undurchsichtiger, übrigens aber noch wenig auffallend veränderter (2), und Weber's (ebenso berechneter) Analyse absichtlich ausgewählter, stärker veränderter (3) Krystalle hervor.

	1	2	3
Magnesia	3008	3112	3286
Borsäure	6992	6887	6669.

Mit zunehmender Veränderung findet sich der Gehalt an Borsäure vermindert, der Gehalt an Magnesia vermehrt. Letztere Vermehrung ist, da ein Zutritt von Magnesia nicht denkbar erscheint, jedenfalls nur eine relative, durch den grösseren Verlust an Borsäure hervorgerufen. Die 3286 Theile Magnesia der letzten Analyse würden, um zweifach borsäure Magnesia (Mg Bo^2) zu sein, 7638 Theile Borsäure bedürfen; der wirkliche Mangel beträgt also 969 Theile, also etwas über $\frac{1}{11}$ der ganzen, aus 10924 Theilen bestehenden, Borazitmasse.

Da ein so beträchtlicher Abgang von Borsäure durch das eingetretene Wasser (352 Theile) weitaus nicht ausgeglichen wird, so erscheinen die veränderten Krystalle minder dicht, schon für das Auge; aber auch im Wesen der Substanz selbst giebt sich eine Verminderung der Dichtigkeit durch das beträchtlich gesunkene spezifische Gewicht zu erkennen.

Es ist nun durchaus nicht etwa zu denken, dass die Einwirkung des Wassers auf den Borazit in der Weise vor sich ginge, dass die zweifach borsäure Magnesia allmählig erst in $\frac{1.9.9}{1.0.0}$ -fach, dann in $\frac{1.9.8}{1.0.0}$ -fach, in $\frac{1.9.7}{1.0.0}$ -fach... und so fort in immer säureärmere borsäure Magnesia umgewandelt werde. Wir wissen, dass die Verhältnisse, in welchen die Stoffe sich mit einander vereinigen, stets sehr einfach sind, und dass die Anzahl der zwischen zweien Stoffen möglichen Verbindungsverhältnisse stets, zumal aber in der sich selbst überlassenen Natur, sehr gering ist. Von borsäureärmeren Verbindungsverhältnissen, als das des Borazites (Mg Bo^2) ist, bei welchem die Verhältnismengen des Sauerstoffgehaltes der Magnesia sich zu denen des Sauerstoffgehaltes der Borsäure verhalten, wie 1:4, lassen sich folgende säureärmere Verhältnisse aller Erfahrung nach als möglich denken. Die Verhältnismengen des Sauerstoffgehaltes der Magnesia können sich zu denen des Sauerstoffgehaltes der Borsäure verhalten wie

1:3, 1:2, 1:1, $1:\frac{1}{2}$ — also $\text{Mg}^3 \text{Bö}^3$, $\text{Mg} \text{Bö}$, $\text{Mg}^2 \text{Bö}$, $\text{Mg}^4 \text{Bö}$ u. s. w. Die einfachsten Verhältnisse sind stets die wahrscheinlichsten. Die Einwirkung des Wassers auf den Borazit geht also jedenfalls so vor sich, dass ein Theilchen des letzteren nach dem anderen in eine der letzteren Verbindungen umgewandelt wird, während die übrige Masse unveränderte Borazitsubstanz bleibt, bis Theilchen für Theilchen, auch der letzte Rest umgewandelt ist. Hiervon kann man sich sehr leicht auch durch den Augenschein überzeugen; denn man erkennt in den faserigen Krystallen gar wohl, dass die gebildeten Fasern besondere Körper für sich sind, und dass immer noch Reste der ursprünglichen, glasklaren Borazitsubstanz dazwischen vorhanden sind. Ja, wo die Umwandlung bereits einen sehr hohen Grad erlangt hat, da stoßen doch die Nadeln oder Fasern, welche von zweien benachbarten Knöchlingsflächen ausgehen, noch nicht unmittelbar zusammen, sondern verlaufen sich in einer noch erhalten gebliebenen Grenzscheide von glasiger Borazitsubstanz, welche bis in die Kanten zwischen den Knöchlingsflächen (k) hinausgeht, und z. B. ein glasartiges Aussehen der auf diesen Knöchlingskanten liegenden schmalen Höckertimp- lingsflächen (b) selbst bei ganz faserig gewordenen Kry- stallen bedingt und erhält. So bilden sich nun also zuerst Atome der neuen borsäureärmeren Verbindung an den angreifbarsten Flächen der Borazitkrystalle und, indem sich immer neue Atome umwandeln und einen bestimmten Theil ihres Borsäuregehaltes abgeben, den das Wasser auslaugt, und diese neuen Atome sich zu den bereits vorhandenen gesellen, weil immer gleiche Substanztheilchen sich anziehen, so bilden sich innerhalb des Körpers der Borazitkrystalle und auf Kosten der Substanz dieser letzteren, schmarotzerisch die nadelförmigen Faserkrystalle. Ich nenne die letzteren, da sie ein bis- lang unbeachtet gebliebenes Mineral darstellen, der Kürze wegen Parasit. Das Wasser ist der Vermittler der Parasitbildung, indem es zur Borsäure und zur Magnesia, welche selber

nur durch schwache Verwandtschaft mit einander vereinigt sind, zur einen wie zur andern Verwandtschaft hat. Es tritt vermuthlich das Wasser in die zweifach borsaure Magnesia in der Weise mit ein, dass sich eine Doppelverbindung von borsaurem Wasser mit borsaurer Magnesia bildet. Das borsaure Wasser wird dann durch die das Gestein durchziehende Feuchtigkeit ausgelaugt, und es bleibt eine säureärmere borsaure Magnesia zurück, mit mehr oder weniger borsaurem Wasser verbunden. Das letztere Verhältniss ist wahrscheinlich um so veränderlicher, als Wasser und Magnesia sich in ihren Verbindungen gegenseitig vertreten zu können scheinen. So erhält man durch Vereinigung von Borsäure mit Magnesiahydrat eine Verbindung ⁸⁸⁾ von Magnesia und Wasser mit Borsäure, in welcher sich die Sauerstoffmengen der Magnesia, des Wassers und der Borsäure verhalten wie $1 : 8 : 9 = 2 : 16 : 18$, eine Verbindung von halbborsaurer Magnesia mit halbborsaurem Wasser, welche durch die Formel $\text{Mg}^2 \text{Bö} + \text{H}^{16} \text{Bö}^8$ oder $1 (\text{Mg}^2 \text{Bö}) + 8 (\text{H}^2 \text{Bö})$ ausgedrückt werden kann. Vielleicht dürfte man geradezu Wasser und Magnesia vereinigen (R) und somit schreiben $\text{R}^2 \text{Bö}$, wo R^2 aus $\frac{1}{9} \text{Mg}^2$ und $\frac{8}{9} \text{H}^2$ zusammengesetzt wäre. Man findet dergleichen Verbindungen zwar meistens so geschrieben, dass das Wasser für sich steht (z. B. $\text{Mg} \text{Bö}^3 + 8 \text{H} = \text{Mg}^2 \text{Bö}^9 + 16 \text{H}$), allein die Unrichtigkeit dieser Ansicht liegt auf der Hand und erweist sich auch dadurch, dass bei der Austreibung des Wassers stets ein Theil der Borsäure mit diesem verbunden fortgeht. Ähnliche Verbindungen, wie obige, mit anderen Verhältnissen von Magnesia zu Wasser giebt es viele. Wöhler ⁸⁹⁾ erhielt aus einer Wechselzersetzung von Bittersalz (schwefelsaurer Magnesia) mit Borax (wasserhaltigem borsaurem Natron) eine solche, welche als eine borsäurearme, wasserhaltige, borsaure Magnesia befunden wurde, und welche in feinen nadelförmigen Krystallen anschoss. Wöhler glaubte dieselbe als einen sehr wasserhaltigen Borazit betrachten zu dürfen. Es enthielt nur 16.67 Procente Magnesia, dagegen sehr viel Wasser. Das Verhältniss der Borsäure zum Wasser wurde nicht genau genug

ermittelt, um einen sicheren Schluss zu gestatten. Doch liegt die Vermuthung nahe, dass diese Krystalle den Parasitnadeln verwandt gewesen seien.

Das Ergebniss von Weber's Analyse der trüben Borazitkrystalle enthält nur soviel Borsäure, dass 2767 Theile Magnesia damit als Borazit ($\text{Mg} \text{Bö}^2$) verbunden sein könnten. Dann blieben 403 Theile Magnesia ohne Säure übrig. Bei allen Untersuchungen saurer oder neutraler borsaurer Verbindungen beobachtet man die Neigung der Borsäure, sich theilweise, durch Eingehung in Wasser löslicher Verbindungen, abzuscheiden, und nur zum geringeren Theile in einer säurearmen („basischen“) wasserhaltigen Doppelverbindung zurückzubleiben. Dagegen wird sie nicht leicht völlig aus ihrer früheren Verbindung gerissen. Wir dürfen somit in der Substanz der Parasitkrystallchen eine basische wasserhaltige borsaure Magnesia vermuthen.

Unter den Mineralien kennt man eine solche Verbindung, in welcher jedoch ausserdem ein Theil der Magnesia durch Kalkerde vertreten erscheint. Es ist dieses der sogenannte Hydroborazit, dessen Fundort nicht bekannt ist. Derselbe stimmt mit den Parasitkrystallchen darin nahezu überein, dass er sich in Salzsäure leichter löst, als der Borazit. Nach seiner Zusammensetzung giebt man ihm die Formel $\text{Ca}^3 \text{Bö}^4 + \text{Mg}^3 \text{Bö}^4 + 18 \text{H}$, wofür die, vollkommen entsprechende Formel $\text{Ca} \text{Bö}^2 + \text{Mg} \text{Bö}^2 + 6 \text{H}$ gesetzt werden könnte, die ich aber, ebenso entsprechend in $1 (\text{Ca}^2 \text{Bö}) + 1 (\text{Mg}^2 \text{Bö}) + 6 (\text{H}^2 \text{Bö})$ umzuschreiben, für richtiger halte. Halbborsaure Kalkerde und Magnesia sind mit halbborsaurem Wasser verbunden.

Eine ähnliche Verbindung ist der Parasit. Es lässt sich dies durch Rechnung aus Weber's Analyse ableiten. Da zu dieser „kleine, undurchsichtige, offenbar schon in einem anfangenden Zustande der Zersetzung begriffene“ Borazitkrystalle verwandt wurden, so dürfte die Annahme, dass bereits der fünfte Theil der Borazitsubstanz in Parasit umgewandelt gewesen sei, kaum zu gross erscheinen; denn die geringeren Grade der Veränderung werden von den Analytikern meistens nicht beachtet. Ich finde 18.96 Pro-

zente Parasit neben 80.79 Prozenten Borazit in obiger Analyse in folgender Weise zusammengesetzt:

	Borsäure	Magnesia	Wasser	
Borazit =	5594	2485	—	= 8079 ($\text{Mg} \text{Bö}^3$)
Parasit =	840	684	352	= 1876 ($\text{Mg}^2 \text{Bö} + \text{H}^2 \text{Bö}$)
Ergebniss der Analyse =	6429	3170	352	= 9955.

Die Sauerstoffmengen der Magnesia, des Wassers und der Borsäure in dem Parasite sind 265 : 312 : 577. Der Parasit hätte hiernach die Formel ($\text{Mg}^2 \text{Bö}$) + ($\text{H}^2 \text{Bö}$). Ganz genau genommen verhält sich die halbborsaure Magnesia zu dem halbborsaurem Wasser nach der Rechnung nicht wie 1 : 1, sondern wie 1.0 : 1.1, jedoch habe ich Ursache zu vermuthen, dass der Wassergehalt etwas zu hoch berechnet wäre, indem ein Theil desselben mit Eisenoxyd verbunden in dem veränderten Borazite enthalten ist, was sich durch die gelbliche Färbung verräth.

Würde man voraussetzen wollen, dass die Magnesia und das Wasser in einer noch basischeren Verbindung den Parasit bildeten, z. B. als $\text{Mg}^4 \text{Bö}$ und $\text{H}^4 \text{Bö}$, so käme man auf nur 11.97 Prozente Parasit, neben 87.69 Prozenten unveränderten Borazites, was nach der obigen Angabe über den Zustand der zersetzten Krystalle nicht zulässig ist; denn ich habe mich überzeugt, dass selbst in Krystallen, welche noch ziemlich klar aussehen, schon deutlich eine merkliche Menge von Fasern mit der Lupe erkennbar ist. Diese Fasern sind selber klar, wie der Borazit und verrathen sich nur durch einen seidenartigen Schimmer in den zerbrochenen Borazitkrystallen. Gelblich erscheinen sie erst, wenn die Veränderung den Borazit schon sehr stark angegriffen hat, wobei sich gelber Eisenrost bildet, durch welchen die gelbliche Färbung entsteht, weil er zwischen den Parasitfasern in den feinen Absonderungen, wenn auch in äusserst zarten Spuren, haftet.

Wollte man dagegen voraussetzen, dass die Magnesia und das Wasser im Parasite in einer minder basischen Verbindung, etwa als $\text{Mg} \text{Bö}$ und $\text{H} \text{Bö}$, vorhanden seien, so sprechen die entgegengesetzten Gründe gegen diese An-

nahme, und obendrein erscheint der Wassergehalt dann so gering, dass auch darin eine neue Unwahrscheinlichkeit hinzukommt. Somit glaube ich kaum zu irren, wenn ich dem Parasite diejenige Konstitution zuschreibe, welche durch die Formel $Mg^2 Bo + H^2 Bo$ repräsentirt wird. — Vielleicht tritt unter Umständen Kalkerde für einen Theil der Magnesia in die Parasitbildung ein, sei es dass sie bereits im Borazit vorhanden war (vergl. Seite 85) oder dass sie durch einen neuen Prozess gegen Magnesia eingetauscht werde. Dann erhielten wir eine Übereinstimmung des Parasites mit dem Hydroborazite. Ich führe dies an, weil es uns vielleicht einen Fingerzeig zur Beurtheilung der ältesten Borazit-Analyse von Westrumb darbietet. Westrumb verwandte aller Wahrscheinlichkeit nach stark parasitische Borazite zu seiner Untersuchung. Das Resultat seiner Analyse hat aber eine nicht geringe Ähnlichkeit mit dem Resultate der Analyse des Hydroborazites nach Hess, wenn man annimmt, dass Westrumb das Wasser mit der Borsäure zusammen gerechnet habe, was bei seiner Untersuchungsweise wohl geargwohnt werden kann. Es ergab

	Magnesia	Kalkerde	Borsäure	Wasser
Borazit nach Westrumb	13.50	11.00	68.00	—
			68.00	
Hydroborazit nach Hess	10.71	13.74	49.22	26.33
			75.55	

Die Erscheinungen, welche die Parasitbildung hervorruft, sind bislang nur von den Würfelborazit-Krystallen des Kalkberges bei Lüneburg bekannt gewesen. Schon das Vorkommen unveränderten Anhydrites im Gypse des Kalkberges zu Segeberg und besonders in dem des Schildsteines bei Lüneburg zeigt, dass die Wirkung des atmosphärischen Wassers an diesen beiden Punkten in weit geringerem Grade stattgefunden hat, als im Lüneburger Kalkberge, in welchem nie mehr die mindeste Spur von Anhydrit gefunden worden ist. Vor theilweiser Umwandlung des Anhydrites in Gyps dürfte kaum eine Einwirkung des Wassers im Gesteine auf die Borazitkrystalle stattgefunden haben. Allein auch im Schildsteine fehlt die Parasitbildung nicht.

Alle diese glasklaren Krystallchen, selbst die wasserhellsten, deren Flächen noch vollkommen spiegeln, beherbergen in ihrem Innern schon eine Parasitgruppe, welche wie ein Schneeflöckchen in ihnen erkennbar ist, wenn man sie gegen das Licht hält, und welche mit der Lupe deutlich ihre seidenartigen Fasern wahrnehmen lässt. Es ist sehr interessant, dass hier der chemische Prozess sich im Innern früher äussert, als auf den Flächen; die Einwirkung findet offenbar durch die Knöchlingsflächen (k) eindringend statt. Denn diese Flächen erscheinen matt und selbst rauh, während die Timplingsflächen (—) noch spiegelnd glänzen. An den Krystallen vom Kalkberge, an welchen die Knöchlingsflächen nur untergeordnet vorkommen, behalten die übrigen Flächen auch oft ihren völligen Glanz, während durch die Knöchlingsflächen die Parasitbildung den ganzen Krystall innerlich bereits verändert, so dass mitunter eine Parasitgruppe fast lose in einem Gehäuse liegt. Überhaupt ist die Art, in welcher die Parasitbildung sich zuerst bemerkbar macht, bei den beiden deutlich krystallisirten Spezien und den verschiedenen Varietäten derselben sehr verschieden. Nachdem sich dieselbe aber erst einmal eingeleitet hat, geht sie bei allen bis zu völliger Zerstörung der Borazitsubstanz fort. Die Krystalle werden endlich zerfressen und durch die tiefen Löcher, welche entstehen, erkennt man die Fasern des Parasites. Zuletzt bleibt eine Gruppe von Parasitnadeln zurück, welche nur in einem Punkte, dem Mittelpunkte des früheren Borazitkrystalles, zusammensitzen. Solche Gruppen fallen, wenn man den mürben, röthlichen Gyps zerschlägt, in welchem die grössten, aber auch die am Meisten veränderten Borazitkrystalle gefunden werden, aus den Höhlungen heraus, in welchen Borazitkrystalle gesessen haben. — Jedoch auch der Parasit bleibt nicht unzerstört. Sobald die Borazitsubstanz völlig in Parasit umgewandelt ist, so ergreift nun das nimmer ruhende Wasser auch diesen und wandelt ihn in lösliche Verbindungen um, die sich mit dem lösenden Elemente entfernen und unserer weiteren Nachforschung einstweilen entziehen. Gelber Eisenrost bleibt allein in den

Hohlräumen zurück, wo er die Wandungen bekleidet. Man findet Gypsstücke, welche gleichsam bienenzellig aussehen durch zahlreiche Hohlformen von zerstörten Borazitkrystallen. Dass aber die Borazitkrystalle an der Luft sehr rasch „verrotten,“ wie Fr. Hoffmann von den Arbeitern vernahm, ist ein Irrthum, welcher nur auf mangelhafter Beobachtung beruhen kann. Nicht nur findet man in alten Gypsmauern, welche vom Regen ganz vernagt sind, an den Wällen von Lüneburg und am alten Dome zu Bardewick, Borazitkrystalle, welche noch völlig klar und anscheinend durchaus unverändert sind, sondern ich habe deren auch viele sehr nette, glashelle in den seit zwanzig Jahren unter freiem Himmel gelegenen Gypsmassen sammeln können, welche aus dem Schildsteine gebrochen waren und sukzessiv in den Brennofen wanderten. Die Umwandlung des Borazit in Parasit geht eben nur im Innern des Gesteins vor sich.

Räthselhaft bleibt bei dieser Umwandlung auch sonst noch Manches. Ich habe mich, obgleich ich widersprechende Angaben in mehreren Schriften fand, durch eigene Untersuchung überzeugt, dass die trüben Borazitkrystalle, ausser Wasser, auch Kohlensäure enthalten. Sie brausen mitunter sehr merklich, wenn man sie mit Salzsäure übergiesst, und diese Gasentwicklung dauert in geringen Spuren bisweilen sehr lange fort. Nach dem lebhaften Brausen zu schliessen, ist diese Kohlensäure an Kalkerde gebunden. Es scheint mir deshalb erwähnenswerth, dass auch nach den ersten Untersuchungen, welche Vauquelin und Smith (vergleiche d. Schrift 28) mit Borazitkrystallen vornahmen, sich ein Gehalt an Kalkerde ergab, und dass derselbe von diesen Chemikern als mit Kohlensäure verbunden angenommen wurde. Bei späteren Versuchen fanden sie die Bestätigung nicht und mochten glauben, sich geirrt zu haben. — Es fragt sich nun, wie diese kohlensaure Kalkerde in den Borazitkrystallen entstehen kann. Das den Gyps durchfeuchtende Regenwasser bringt aus der Atmosphäre wohl Kohlensäure mit und nimmt im Gyps Kalkerde auf, allein letztere ist schwefelsauer (Gyps).

Wird aber durch das Wasser die Verwandtschaft der Borsäure zur Magnesia des Borazits gelockert, so erhält die Kohlensäure, welche schon an und für sich eine stärkere Säure ist, als die Borsäure, dadurch um so günstigere Gelegenheit, sich mit der Magnesia zu verbinden. Kohlensaure Magnesia ($\text{Mg } \ddot{\text{C}}$) und schwefelsaure Kalkerde ($\text{Ca } \ddot{\text{S}}$) zersetzen sich aber durch Wahlverwandtschaft zu schwefelsaurer Magnesia ($\text{Mg } \ddot{\text{S}}$) und kohlensaurer Kalkerde ($\text{Ca } \ddot{\text{C}}$), letztere bleibt, wenn nicht überflüssige Kohlensäure vorhanden ist, ungelöst am Orte ihrer Entstehung und wird im Borazite angetroffen, die schwefelsaure Magnesia aber, das im Wasser so leicht lösliche Bittersalz, wird ausgelaugt und entführt. Es scheint, dass ein derartiger Prozess, so wie er einerseits nach den Verhältnissen der Gyps-felsen, in welchen die Borazitkrystalle vorkommen, nothwendig vorausgesetzt werden muss, andererseits geeignet ist, den grossen Verlust zu erklären, welchen die Borazitkrystalle bei ihrer Veränderung erleiden, und welcher nicht aus dem blossen Borsäureabgange allein erklärt werden darf.

Geringer als zur Magnesia ist die Verwandtschaft der Borsäure zum Eisenoxydul (Fe). Dieses wird daher zuerst seine Borsäure verlieren und sich mit Kohlensäure verbinden. Es bildet sich kohlensaures Eisenoxydul ($\text{Fe } \ddot{\text{C}}$), und aus einem solchen Prozesse rührt vermuthlich auch der im Stassfurter derben Borazite gefundene Gehalt an dieser Substanz her. Aus diesem aber wird, indem das Eisenoxydul in dem Wasser Sauerstoff vorfindet und sich mit demselben theilweise zu Eisensäure (Fe) vereinigt, worauf es sich von der Kohlensäure trennt und dagegen Wasser als Basis aufnimmt, eisensaures Wasser ($\text{H}^2 \text{Fe}$), Quellerz, und Xanthosiderit oder Gelbeisenstein ($3 \text{H}^2 \text{Fe} + \text{Fe Fe}$). *) Es ist schon erwähnt worden, wie dieser die neugebildeten Parasitkrystallnadeln gelb beschmutzt und die Wände der Hohlräume, nach dem Ver-

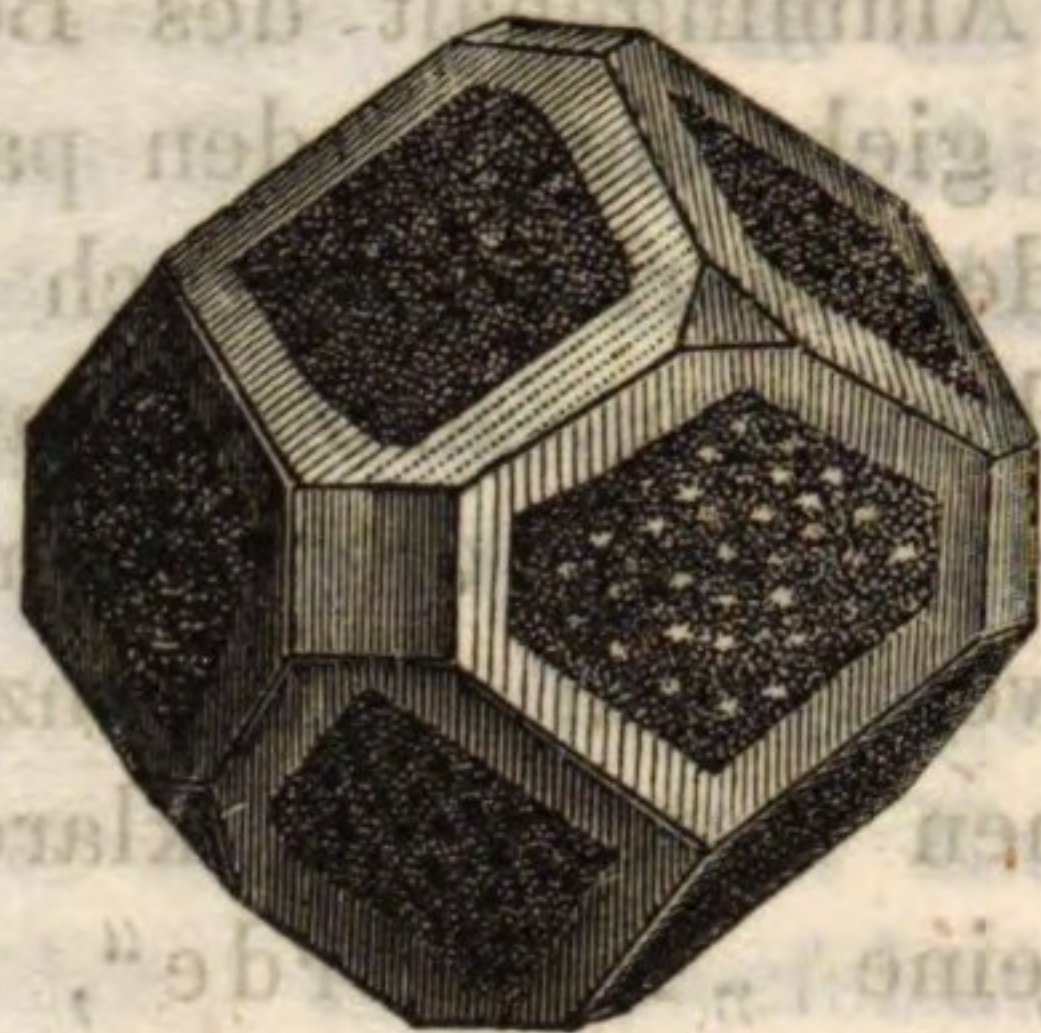
*) Vergleiche meine „Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien.“ Zürich, 1853 (1854). pag. 325.

schwinden der Borazitkrystalle, bekleidet. Auch der Stassfurter Borazit wird in der Luft rasch gelblich.

Bei der Parasitbildung scheidet sich mit dem Eisengehalte auch der Alumingehalt des Borazites aus (vergl. pag. 86 f.); derselbe giebt sich in den parasitischen Borazitkrystallen durch den starken Geruch nach „Thonerde“ zu erkennen, welchen man, indem man die Krystalle bei der Betrachtung dem Hauche des Athems aussetzt, deutlich spürt, besonders wenn man eine ganze Handvoll solcher Krystalle beisammen hat. Die klaren Borazitkrystalle enthalten noch keine „Thonerde“, so wenig wie sie „Eisenoxyd“ enthalten; sie geben keine Spur des thonigen Geruches.

Bei denjenigen Krystallen, welche die oben beschriebene Unterbrechung ihres Wachsthumes zeigen, d. h. welche einen Krystallkern und eine Krystallschale besitzen, findet man die Umwandlung in letzterer oft auffallend weiter fortgeschritten, als in ersterem; es kann dies nicht befremden. Aber lehrreich ist es auch, zu beobachten, wie die mit der Parasitbildung verbundene Auszehrung der Borazitkrystalle sich auf den verschiedenen Flächen so verschieden verhält. Während dieselbe auf den Knöchlingsflächen (k) sehr bald eine solche Auflösung hervorruft, dass die Faserbündel fast vereinzelt neben einander stehen, und während die kleinen Flächen des linken Timplings (+) so ausgefressen werden, dass man an ihrer Stelle oft ein Loch findet, so bleiben die rechten Timplingsflächen (—) etwas besser erhalten, die Würflingsflächen (w) noch weit mehr und die Flächen des linken Höckertimplings (b) und des rechten Kugeltimplings (i), so klein sie zu sein pflegen, sind selbst an ganz zerfressenen Krystallen oft noch vollkommen spiegelnd und von halbglasigem Ansehen. Da die Flächen des Höckertimplings (b) die Knöchlingskanten abstumpfen, so ist es, im Vergleiche mit der grossen Widerstandsfähigkeit der ersteren, interessant, dass selbst die den Kanten benachbarten Theile der Knöchlingsflächen (k) sich als weit widerstandsfähiger erweisen, als die Mitte derselben. Man findet gar nicht selten Krystalle mit vor-

herrschenden Knöchlingsflächen, deren mittlere Theile überall tief ausgefressen sind (Fig. 86), so dass man durch dieselben



in das hohle Innere hineinblickt, während die den Kanten genäherten Theile als ein Gerippe stehen geblieben sind. Im Innern der Höhlung befindet sich dann eine Parasitgruppe¹, welche mitunter fast lose darin liegt und deren Nadeln sich an den Rippen stützen.

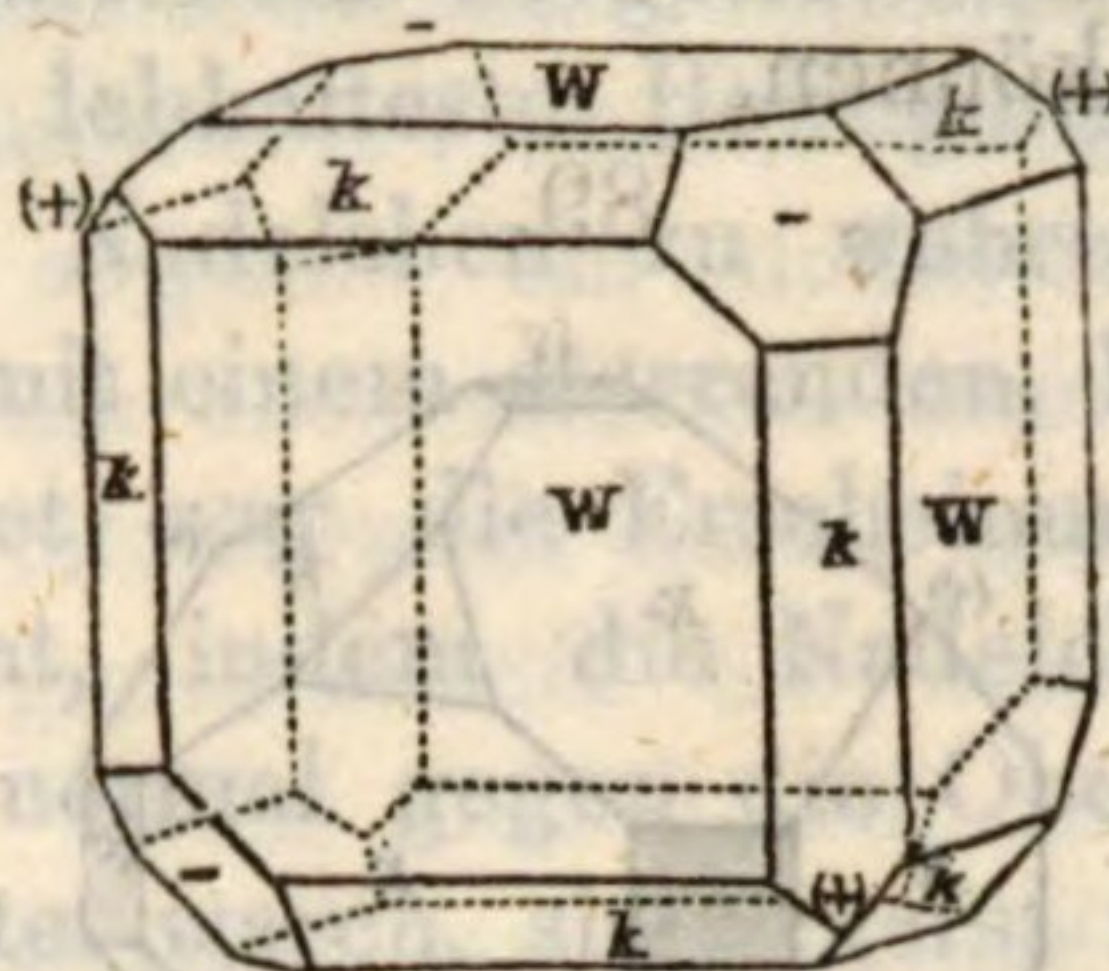
Die Parasitbildung ruft nicht allein die strahlig-faserige Struktur in den Borazitkrystallen hervor, sie ist nicht bloß in chemischer und mineralogischer Beziehung von Interesse, sondern sie ist auch nothwendig auf die optischen und elektrischen Eigenschaften der Borazitkrystalle von einem Einflusse, welcher die oben besprochenen Abnormitäten, die man an diesen Krystallen mit so gerechtem Erstaunen beobachtet hat, genügend zu erklären geeignet ist. Die Stellung der Parasitnadeln, senkrecht auf den Knöchlingsflächen der Borazitkrystalle, bringt es mit sich, dass man in der Richtung jeder Ecklingsfläche in den Borazitkrystall hineinblickend drei, unter Winkeln von $54^{\circ} 44' 8''$ von dieser Fläche einwärts schiessende, und in der Richtung jeder Würflingsfläche vier Fasersysteme vor sich hat, deren jedes von einer Würflingskante aus mit einer Neigung von 45° gegen die Würflingsflächen in den Krystall hineinragt. Die Parasitkrystalle gehören allerdings allem Anscheine nach einem Formencharakter an, mit welchem doppelte Strahlenbrechung und die Fähigkeit, das polarisirte Licht umzupolarisiren, an und für sich schon nothwendig verbunden sind. Ganz unabhängig davon aber würde selbst ein

Aggregat ähnlich faserig geschnittener Körperchen einer einfach brechenden Substanz, eine derartige Wirkung auf das Licht äussern müssen. Demnach würde man, aus der Beobachtung der Parasitkrystalle und ihrer Anordnung in den Borazitkrystallen, die Beobachtung über das unpolarisirende Verhalten und dessen gleichmässig auf allen Würfelflächen vorhandene Bedingungen, welche Delafosse und Biot gemacht, im Voraus haben behaupten können und darf also nunmehr diese Erscheinungen durchaus nicht mehr überraschend und ungewöhnlich finden. Es müssen sogar die Erscheinungen der Aggregatpolarisation in diesem Falle eine gewisse, in andern Fällen durchaus mangelnde Regelmässigkeit der Anordnung zeigen, besonders bei Platten, welche nach einer Ecklings- oder Würflingsfläche geschliffen sind. Vollends dagegen bei Untersuchung von Platten, welche den Knöchlingsflächen entsprechen, müssten sich die regelmässigen, farbigen Ringsysteme zeigen, welche nicht von der Aggregatpolarisation, sondern von der Lage der optischen Axen der Parasitkrystallchen abhängig sind.*) Die Krystalle aus dem Kalkberge bei Lüneburg sind die einzigen, welche, nach ihrer Grösse, zu optischen Versuchen geeignetes Material liefern konnten; aber, wie oben bemerkt ist, auch die klarsten unter diesen enthalten bereits Parasitfasern, so wenig sich diese auch an und für sich zu erkennen geben, wenn man sie nicht zerschlägt und ihren eigenthümlich konzentrischen Bruch mit der Lupe untersucht. Das optische Verhalten solcher Borazitkrystalle würde freilich eben das feinste Mittel sein, sie zu entdecken, wo sie sich noch durch kein anderes Merkmal verrathen, wie überhaupt die optische Analyse eins der feinsten Mittel ist, die innere Beschaffenheit der Mineralien zu untersuchen. Biot bemerkt, dass die Art und Weise, wie die von ihm untersuchten Borazitplättchen das polarisirte Licht „depolarisirten“, sich weniger

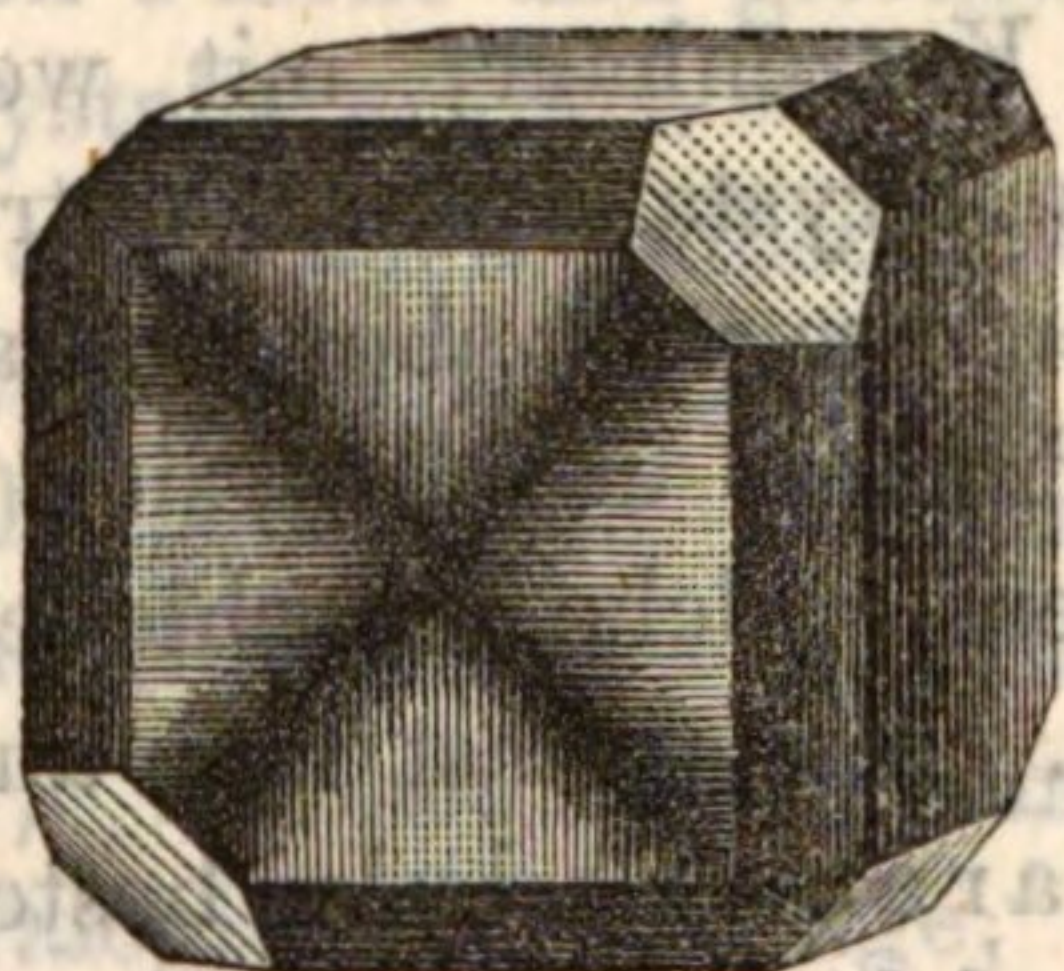
*) Vergl. meinen Aufsatz „Über die Erscheinungen der Aggregatpolarisation im Borazit“ in Poggendorff's Analen der Physik und Chemie, Bd. 92, 1854, pag. 77.

als eine Eigenschaft der Krystallisation, sondern vielmehr als eine solche der Aggregation charakterisirte. — Selbst die feinsten Untersuchungen ergaben nichts, als eine einförmige „Depolarisationserscheinung“, ohne irgend eine Spur einer bevorzugten Richtung. Obgleich diese Einförmigkeit der Wirkung nicht unvereinbar wäre mit einer wirklich gleichaxigen Krystallisation, wie man sie dem Borazite zuschrieb, so musste Biot doch vermuthen, dass sie die Folge einer Trübung der Platten sei. Er liess daher die eine Platte äusserst dünn schleifen, und alsobald begannen einzelne Theile dieser Platte im polarisirten Lichte sehr lebhaft Farben hervorzubringen, welche, nach Biot's Vermuthung die von Brewster beobachtete Erscheinung gewesen sein könnten. „Aber durch ihre örtliche und nicht gleichmässige Entwicklung, so wie durch ihren plötzlichen und unterbrochenen Wechsel unter verschiedenen Einfallswinkeln, schienen sie mir vielmehr den Wirkungen einer Aggregation, als den regelmässigen Wirkungen einer, um eine optische Axe geordneten, Doppelbrechung zu ähneln, und man würde, mit Hülfe genügend durchscheinender und innen wie aussen vollkommen regelmässig gebildeter Stücke durch die Wirkungsweise selbst die Richtungen jener Aggregation bestimmen können.“ Dies Biot's Worte. Ich erinnere auch noch daran, was ich oben schon mittheilte, dass bei einem anderen Versuche die Farbenerscheinungen in allen Theilen einer untersuchten Platte sich zeigten und dass dieselben darin nach sehr dicht gedrängten strahligen Linien vertheilt sind, welche sich jedoch nur unter Anwendung von Vergrösserung von einander trennen, während sie dem blossen Auge in ein einförmiges Weiss zusammenfliessen. — Man kann nicht zweifeln, wenn man die Anordnung der Parasitfasern in den Borazitkrystallen kennt, dass diese die Ursache der von Biot beobachteten Erscheinungen sind. Allein vielleicht ging Biot dennoch zu weit, indem er Brewster's Angaben über das optische Verhalten des Borazites dadurch zu beseitigen glaubte. — Auch dem blossen Auge bieten manche der theilweise in Parasit verwandelten Borazitkrystalle sehr artige Erscheinungen dar.

Krystalle aus dem Kalkberge bei Lüneburg, von der Form der Fig. 87 (diejenigen, welche vor mir liegen, zeigen, 87.

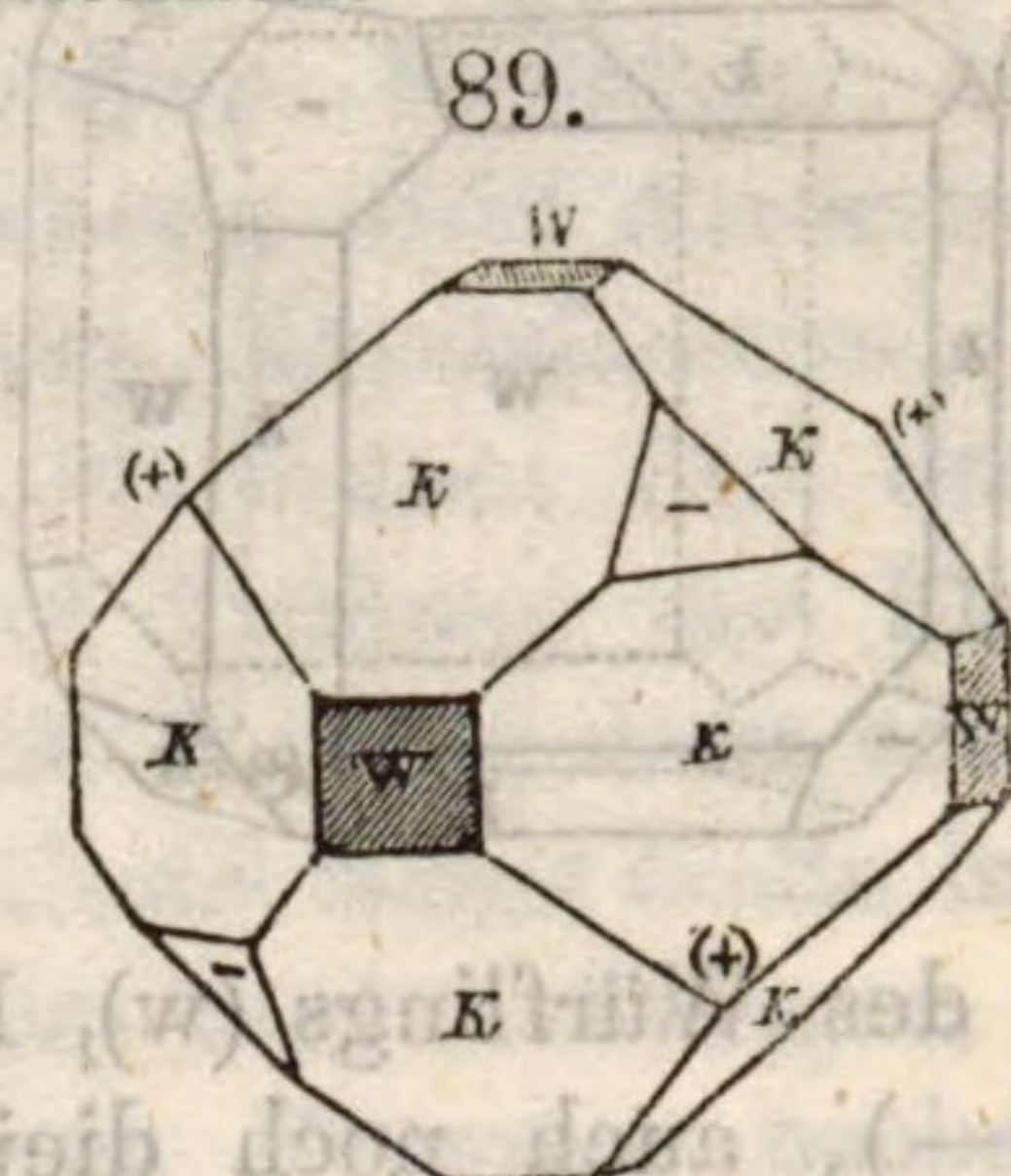


ausser den Flächen des Würflings (w), Knöchlings (k) und rechten Timplings (—), auch noch diejenigen des linken Timplings (+) und Höckertimplings (b) unter der Lupe), also mit vorherrschenden Würflings- und etwas geringeren Knöchlingsflächen bieten eine sehr interessante Erscheinung dar. Die Knöchlingsflächen sind völlig matt, trübe und gelblich; die Würflingsflächen sind glasglänzend und klar. Blickt man nahezu senkrecht in die letzteren, so erblickt man die vier von den umgebenden Knöchlingsflächen ausgehenden Parasitsysteme als milchweisse rechtwinklige Spitzen und, von den Würflingsecken diagonal verlaufend, ein dunkles Kreuz, welches durch die geringe, noch aus glasiger Borazitsubstanz bestehende Grenzscheide zwischen den Parasitsystemen hervorgerufen wird. Diese Erscheinung, von welcher Fig. 88 eine Skizze giebt, wiederholt sich auf 88.



allen Würflingsflächen. Sie ist sehr überraschend und, wie mir scheint, gar nicht selten. Hat man dieselbe an solchen, zu der Beobachtung besonders geeigneten, Formen erst

recht kennen gelernt, so findet man sie ausserordentlich häufig wieder, selbst an Krystallen, deren Würflingsflächen nur sehr klein sind, wie in Fig. 89, habe ich sie sehr deutlich erkennen können.



Eine solche faserige Struktur, wie die mehr oder weniger in Parasit umgewandelten Borazitkrystalle sie besitzen, muss nothwendig auf die Bewegung der Wärme durch den Krystallkörper von sehr wesentlichem Einflusse sein. Somit muss auch die Pyroelektrizität unter ihrem Einflusse stehen. Da noch Niemand durchbrochene Borazitkrystalle in Beziehung auf ihr elektrisches Verhalten geprüft hatte, so machte ich darüber einige Untersuchungen. Ich fand bei einem halbirten Krystalle von der grössten Art einen sehr entschiedenen Gegensatz im Verhalten des Mittelpunktes gegen den Umfang, und es wurde mir begreiflich, weshalb ich so häufig bei der Prüfung der Krystalle auf den äusseren Flächen auf allen Seiten dieselbe Elektrizität wahrgenommen hatte. Bei vielen Versuchen wurde das Katzenhaar, mit welchem ich prüfte, beim Erkalten des Krystalls im Zentrum kräftig angezogen, rings um den Krystall aber überall abgestossen mit Ausnahme zweier Punkte, woselbst sich zwei rechte Timpflingsflächen befanden, welche entschieden ihre anziehende Wirkung äusserten. Einen fast nur aus konzentrisch zusammengestellten Parasitnadeln bestehenden Rest eines Borazitkrystalles, welchen ich erwärmte, konnte ich mit einer geriebenen Siegelackstange stark vom Flecke bewegen, ohne ihn zu berühren. Ich zerstiess nun einen sehr stark faserigen Krystall etwas gröblich, so dass das Pulver

noch deutlich Fasern, zum Theil von $\frac{1}{3}$ Linie Länge, erkennen liess. Dieses Pulver wurde auf einer Glasplatte erwärmt. Eine geriebene Siegellackstange, darüber gehalten, brachte die lebhafteste Bewegung und ein Aufeinanderstaffeln der Nadelchen zu wahren Fädchen hervor und behing sich mit einem starrenden, klebrigen Bärtchen. Sehr ausgezeichnet war die Erscheinung, welche bei der Abkühlung eintrat, indem die Nadelchen, welche zuvor mit einer Spitze normal gegen die Oberfläche der Siegellackstange gerichtet waren, sich zuerst mit ihrer Länge an dieselbe legten und dann vollkommen umschlugen, so dass sie nun mit der anderen Spitze gegen die Siegellackstange standen. Ich konnte mich der Vermuthung nicht erwehren, dass auch die Parasitkrystalle pyroelektrisch seien, und dass sie ihren analogen Pol den von ihnen berührten Krystallflächen, ihren antilogen Pol den diesen gegenüberliegenden Parallelfächen zukehren; allein diese Vermuthung hat keinen festen Anhalt, so lange es zweifelhaft bleiben muss, ob nicht die noch unveränderten Restchen von Borazitsubstanz, welche zwischen den Parasitnadelchen vorhanden zu sein pflegen, genügen, die Erscheinungen, welche ich beobachtete, hervorzurufen. Jedenfalls sind die Fasern ein wesentlich störendes Element, welches auf die Elektrizitäten der Krystallflächen einwirkt und, da die Fasern obendrein stellenweise ungleich entwickelt sind, viele Verschiedenheiten in dem Verhalten einer und derselben Fläche und gleichartiger Flächen eines und desselben Krystalls erklärt. 89 a)

Ob der Parasit auch selbstständig, ausserhalb der Körper von Borazitkrystallen gebildet, vorkomme, ist mir nicht bekannt. Jedoch werfe ich mir unwillkürlich die Frage auf, welche Bewandniss es wohl mit dem Minerale haben möge, welches Hausmann in seinem Handbuche der Mineralogie (2. Auflage, Bd. 2, pag. 1424, 1426) als „faserigen Borazit“ aufgeführt hat. Dasselbe soll seidenartig glänzend, weiss, von faseriger Absonderung, in kleinen, plattrunden und derben Massen im Gypse der Keuperformation bei Luneville in Frankreich, zwischen

den Gesteinslagen und auch in kleinen Höhlungen der Felsart gefunden sein. Leider giebt, so viel ich finden kann, kein mir bekanntes französisches mineralogisches Werk eine Notiz über dieses Vorkommniss. Selbst Dufrénoy giebt ausdrücklich als einziges Vorkommen des Borazites das bekannte Norddeutsche an. Hausmann zitiert zu seiner Mittheilung keine litterarische Quelle, bemerkt aber auch nicht, dass die Beobachtung von ihm selber herrühre. So bleibt die Sache leider zweifelhaft. Die Beschreibung des Minerals lässt jedenfalls weit eher auf Parasit, als auf wahren Borazit vermuthen. 90)

Anhang

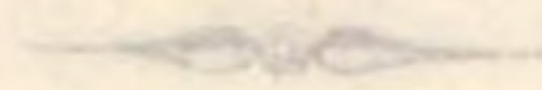
litterarischer Anmerkungen und Zusätze.

- Da Viele gehörte zu den Menschen, welche, zufrieden mit dem Werthe ihrer Leistungen und bescheiden gemacht durch ihr Wissen, nicht das Talent besitzen, die Vortheile zu ernten, auf welche sie gerechte Ansprüche haben. Er verstand es nicht, der Eitelkeit Buffon's zu schmeicheln, und mußte aus diesem Grunde auf die, zu jener Zeit in Frankreich für große (oft sehr überschätzte und eitle) wissenschaftliche Verdienste übliche, Ehre der öffentlichen Empfehlung seiner Schriften durch die Akademie und des Druckes unter dem Privilegium derselben, sowie auf die so oft Unwürdigeren zugestehende Mitgliedschaft dieses höchsten Ehrenkollegiums seines Vaterlandes verzichten.
- *) Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelehrtheit, Haushaltungskunst und Kunstfabriken: von Dr. Anton Coell etc. etc. Zweyter Band. Helmstadt u. Leipzig. 1787. — Zehntes Stück. pag. 333. Seite 11.
- *) Derselben Annalen Jahrg. 1788. Erster Bd. Drittes Stück. pag. 298. Seite 15.
- *) Derselben Annalen Jahrg. 1788. Erster Bd. Fünftes Stück. pag. 480.
- *) Ebendaselbst. Sechstes Stück. pag. 483. Seite 17.
- *) Derselben Annalen Jahrg. 1788. Zweiter Bd. Siebentes Stück. pag. 21.
- *) Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin; Bd. 9 (Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Ges. u. F. v. B., Bd. 3). 1789. pag. 1. Chemische Untersuchung der sog. kubischen Quarzkrystalle von Lüneburg, von J. E. Westrumb. Seite 20.
- *) Annales de chimie. Tome II. Paris. 1789. pag. 121. du prétendu Quartz cubique, ou Borate magnésio-calcaire.

... auch in kleinen Höhlungen der
 ... Leber gibt, so viel ich finden
 ... französisches mineralogisches
 ... Vorkommen. Selbst Du
 ... als einziges Vorkommen des
 ... an, Hermann zitiert
 ... literarische Quelle, bemerkt
 ... Beobachtung von ihm selber
 ... leider zweifelhaft. Die
 ... jedenfalls weit eher auf
 ... (vergl. auch ... 90)

Anhang

Literarischer Anmerkungen und Zusätze.



Seite 9:

1) Dieses Werk erschien zuerst unter dem Titel:

Essai de cristallographie ou description des figures géométriques etc. par M. de Romé Delisle, de l'Académie Electorale des Sciences utiles de Mayence. Paris 1772, in einem Oktaybände, und zehn Jahre später unter dem Titel:

Cristallographie ou description des formes propres à tous les corps du regne mineral etc. par M. de Romé de l'Isle etc. etc. Paris 1783, in vier Bänden.

De l'Isle gehörte zu den Menschen, welche, zufrieden mit dem Werthe ihrer Leistungen und bescheiden gemacht durch ihr Wissen, nicht das Talent besitzen, die Vortheile zu ernten, auf welche sie gerechte Ansprüche haben. Er verstand es nicht, der Eitelkeit Buffon's zu schmeicheln, und musste aus diesem Grunde auf die, zu jener Zeit in Frankreich für grosse (oft sehr überschätzte und eitle) wissenschaftliche Verdienste übliche, Ehre der öffentlichen Empfehlung seiner Schriften durch die Akademie und des Druckes unter dem Privilegium derselben, sowie auf die so oft Unwürdigeren zugestandene Mitgliedschaft dieses höchsten Ehrenkollegiums seines Vaterlandes verzichten.

2) Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen: von Dr. Lorenz Crell etc. etc. Zweyter Band. Helmstädt u. Leipzig. 1787. — Zehntes Stück. pag. 333.

Seite 11:

3) Derselben Annalen Jahrg. 1788. Erster Bd. Drittes Stück. pag. 208.

Seite 15:

4) Derselben Annalen Jahrg. 1788. Erster Bd. Fünftes Stück. pag. 480.

5) Ebendasselbst. Sechstes Stück. pag. 483.

Seite 17:

6) Derselben Annalen Jahrg. 1788. Zweiter Bd. Siebentes Stück. pag. 21.

7) Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, Bd. 9 (Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Ges. n. F. z. B., Bd. 3), 1789, pag. 1: Chemische Untersuchung der sog. kubischen Quarzkrystallen von Lüneburg, von J. E. Westrumb.

Seite 20:

8) Annales de chimie. Tome II. Paris. 1789, pag. 101: du prétendu Quartz cubique, ou Borate magnésio-calcaire.

- 9) Ebendasselbst pag. 137: Quelques expériences sur le quartz cubique ou borate calcaire.
- 10) Man findet die Beschreibung von Westrumb's Untersuchungen ferner in Westrumb's kleinen physikalisch-chemischen Abhandlungen. Bd. 3. Heft 1. pag. 167.
- 11) Schriften d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Bd. 9, pag. 177: Über die Krystallisation des Sedativspathes vom Ingenieur-Lieutenant Lasius zu Hannover.
 Eine kurze Erwähnung der Entdeckung der „cubischen Sedativspath-Cristallen von Kieselhärte“ findet sich auch in Lasius' Beobachtungen über die Harzgebirge etc. Hannover, 1789. pag. 221.
 Seite 22:
- 12) Bergmännisches Journal. Zweiter Jahrgang. Erster Band. Herausgegeben von Al. Wilh. Köhler. Freyberg. 1789. pag. 369: Mineralsystem des Herrn Inspektor Werners mit dessen Erlaubnis herausg. von C. A. S. Hoffmann (vgl. pag. 378 und pag. 393).
- 13) Gmelin: Grundriss der Mineralogie. 1790. §. 184.
- 14) Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles de Mlle. Eléonore de Raab. Vienne. 1790. Tome I. pag. 370.
- 15) Bergmännisches Journal. Dritter Jahrg. Zweiter Bd. 1790. pag. 232.
 Seite 23:
- 16) Ebendasselbst pag. 243.
- 17) a. Annales de chimie etc. Avril 1791. Tome IX. pag. 59: Observations sur les propriétés électriques du Borate magnésio-calcaire; par M. l'Abbé Haüy.
 b. Crell's Chemische Annalen. 1794. Bd. 2. pag. 248.
 Seite 24:
- 18) Mémoires de l'Acad. des Sciences. 1785. pag. 206.
 Seite 27:
- 19) Grundriss der Mineralogie etc. von Joh. Georg Lenz. Hildburghausen. 1793. pag. 50.
- 20) Krystallographie des Mineralreiches von Bekkerhinn und Kramp. Wien. 1793. pag. 152.
- 21) Handbuch des oryktognostischen Theils der Mineralogie v. E. F. W. Widenmann. Leipzig. 1794. pag. 533.
- 22) Lehrbuch der Mineralogie von L. A. Emmerling. 1793. Bd. I. pag. 510.
- 23) Don Andres Manuel del Rio: Elementos de oryktognosia. Mexico. 1795. pag. 139.
- 24) Göttingisches Journal der Naturwissenschaften, herausgegeben von Joh. Friedr. Gmelin. Bd. I. Göttingen. 1797. Heft 2. pag. 55: Geologisch-mineralogische Bemerkungen über die Zeller- und Lüneburger-sandhaide. Von J. Lud. Jordan.
 Seite 28:
- 25) Ebendasselbst. Heft 1. Taf. III. fig. 6.

Vergleiche mit obiger Schrift auch Jordan's mineralogische und chemische Beobachtungen und Erfahrungen etc. pag. 40. 43.

²⁶⁾ Lehrbuch der Mineralogie von Ludw. Aug. Emmerling. Zweite Aufl. Giessen 1802. Ersten Theils zweiter Band. pag. 782.

Seite 29:

²⁷⁾ Crell's Chemische Annalen. 1797. Band I. pag. 203.

Seite 30:

²⁸⁾ a. Journal de Physique. Tome 54. 1801. pag. 318.

b. Gilbert's Annalen der Physik. Bd. II. 1802. pag. 249.

c. Neues bergmännisches Journal. Bd. 3. pag. 551.

d. Haüy: Lehrbuch der Mineralogie aus dem Franz. von Karsten. Th. 2. 1804. pag. 383.

²⁹⁾ Lehrbuch der Mineralogie von Franz Ambros Reuss. Th. 2. Bd. 2. 1802. pag. 372 u. a.

³⁰⁾ Traité de minéralogie par le Citoyen Haüy. Paris 1802. Deutsch: Lehrbuch der Mineralogie aus dem Franz. von Karsten (und Weiss). 1804. Bd. 2. pag. 382.

Seite 32:

³⁰⁾ Leonhard's Taschenbuch f. d. gesammte Mineralogie. Dritter Jahrg. 1809. pag. 254.

³¹⁾ a. Henrich Steffen: Geognostisch-geologische Aufsätze. Hamburg. 1810. pag. 74.

b. Desselben: Vollständiges Handbuch der Oryktognosie. Erster Theil. Halle. 1811. pag. 486.

Seite 33:

³²⁾ Lenz: Schriften der Jenaer Societät für die gesammte Mineralogie. Bd. 3. 1811. pag. 185: Geognostische Bemerkungen über die Gegend, in welcher die Salzquellen von Lüneburg, Sülze und Oldesloh liegen, von Fr. Senf.

³³⁾ Schweigger's Journal für Chemie und Physik. Bd. 8. 1813. pag. 131: Über die Boraciten im Segeberger Gypse u. s. w. von Prof. C. H. Pfaff in Kiel.

Seite 34:

³⁴⁾ Gilbert's Annalen der Physik. Bd. 18. 1814. pag. 214.

³⁵⁾ a. Transactions of the Wernerian society of natural history. 1819, 20. März und 1820, 5. August.

b. The Edinburgh philosophical Journal. 1821. Vol. V. pag. 217.

c. Gilbert's Annalen der Physik. 1821. Bd. 9. pag. 1.

d. Ebendasselbst pag. 157. 168.

Seite 43:

³⁶⁾ Zeitschrift für Mineralogie, herausgegeben von K. C. v. Leonhard. Jahrg. 1825. Band 2. pag. 243.

Vergleiche auch die Anzeigen über denselben Gegenstand von Hausmann in Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie. Band 16,

pag. 927, und von Fischer, durch H. v. Struve, in der Zeitschrift für Mineralogie. 1825. Bd. I. pag. 66.

Seite 45:

37) Hannoversches Magazin. Jahrgang 1823: Über die geognostischen Verhältnisse des Lüneburger Gypsflötzes und dessen Beziehung zur dortigen Saline, vom Ökonomierath Meyer.

38) Gilbert's Annalen der Physik. Bd. 16. 1824. pag. 33: Geognostische Beschreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg etc. von Dr. Friedr. Hoffmann, Priv. Doc. in Halle. Dieser Aufsatz war bereits 1823 im Sommer geschrieben.

Seite 46:

39) Konglige Vetenskabens Academiens Handlingar for 1822. pag. 92.

Vergleiche auch: Annals of Philos. Vol. VII. pag. 347.

Seite 47:

40) Beudant: Traité élémentaire de minéralogie. Paris. 1824. pag. 395 und Leonhard: Handb. d. Oryktognosie. Heidelberg. 1826. pag. 289.

41) Edinburgh Journal of Science. Vol. III. pag. 110.
Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. VIII. 1826. pag. 511.

42) Schriften der mineralogischen Gesellschaft zu Dresden. Th. I.

Seite 48:

43) a. Annales de chimie et de phys. T. XXXVII. pag. 5. 355.

b. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 18. pag. 623.

44) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 17. pag. 146.

Seite 49:

45) London and Edinburgh Philos. Magaz. 1834. Bd. V. pag. 133.

Seite 50:

46) a. Kongl. Vetenskab. Acad. Handlingar f. 1824. pag. 89.

b. Poggendorff's Annalen d. Physik und Chemie. Bd. 2. pag. 136.

47) a. Kongl. Vetenskab. Acad. Handl. f. 1834.

b. Poggendorff's Annalen der Physik u. Chemie. Bd. 34. pag. 561.

Seite 51:

48) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 49. 1840. pag. 445: Über die chemische Zusammensetzung des Boracits, sowie diejenige der Verbindungen der Borsäure mit der Talkerde überhaupt, von C. Rammelsberg.

Seite 53:

49) Mémoire sur la Polarisation lamellaire, par M. Biot, lu à l'Académie des sciences, le 31 mai 1841 et séances suivantes. — Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France. Tome XVIII. 1842. pag. 539. Vergleiche insbesondere pag. 667.

Seite 58:

50) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 50. 1840. pag. 471: Über die Thermo-Elektricität der Krystalle, von Dr. W. Hankel in Halle: Der Boracit. —

- 51) a. Ebendasselbst. Bd. 59. 1843. pag. 353.
 b. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1843. Berlin 1845. pag. 59.
 Seite 65:
- 51) c. Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie. Bd. 61. 1844. pag. 281.
 Seite 66:
- 51) d. Ebendasselbst. pag. 659.
 e. Ebendasselbst. Bd. 74. 1849. pag. 231.
 Seite 68:
- 52) a. Monatsbericht der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1847. Monat Januar. pag. 14.
 b. Karsten's Archiv f. Mineralogie etc. Berlin 1847. Bd. 21. pag. 487: Über die Steinsalzablagerung bei Stassfurth und über das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge von Herrn C. J. B. Karsten.
 c. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 70. pag. 557.
 Seite 71:
- 53) a. Ebendasselbst. Bd. 71. pag. 239: Physikalische Notizen von G. Karsten. pag. 243: Pyroelektrizität des derben Borazites.
 b. Die neuesten Entdeckungen und Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der gesammten Mineralogie seit dem Jahre 1843, von Carl Hartmann. Weimar. 1850. pag. 89.
 c. Berg- und hüttenmännische Zeitung, red. von C. Hartmann. Freiberg. Jahrg. 1847. pag. 581.
 Seite 72:
- 54) Erdmann's Journal für praktische Chemie. Bd. 54. pag. 430: Krystallisation und Amorphie, von Prof. Dr. M. L. Frankenstein.
- 55) Poggendorff's Annalen der Physik u. Chemie. Bd. 162. pag. 494.
 Seite 73:
- 56) a. Hausmann's Handbuch der Mineralogie. Zweite Auflage. Band 2. 1847. pag. 1422.
 b. Krystallologische Beiträge. 1803. pag. 21.
- 57) Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Bd. 22. 1848. pag. 576: Über die Verhältnisse, unter welchen die Gipsmassen zu Lüneburg, zu Segeberg und zu Lüththeen zu Tage treten, von Herrn Karsten.
 Vergleiche auch pag. 544: Über die gegenseitigen Beziehungen, in welchen Anhydrit, Steinsalz und Dolomit in ihrem natürlichen Vorkommen zu einander stehen, von demselben.
 Seite 74:
- 58) G. H. O. Volger. 1) De agri Luneburgici constitutione geognostica. Göttingen 1845.
 2) Hannoversches Magazin. Jahrg. 1846: Über die Hoffnungen, welche sich für das hannoversche

Land an eine geognostische Untersuchung der Lüneburger Haide knüpfen.

- 3) Beiträge zur Kenntniss der geognostischen Verhältnisse des Norddeutschen Tieflandes. Braunschweig. 1846.

Seite 77:

- ⁵⁹⁾ Berzelius: Lehrbuch d. Chemie. 5. Auflage. pag. 664. 670.

Seite 79:

- ⁶⁰⁾ Erdmann's Journal für praktische Chemie. Bd. 35. pag. 232: Untersuchungen russischer Mineralien von R. Hermann. 5. Fortsetzung: 23) Über die Zusammensetzung der Turmaline, sowie über die Atomgewichte von Bor und Kiesel.

Seite 80:

- ⁶¹⁾ Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Band 80. pag. 262: Über einige Eigenschaften der Borsäure und über die quantitative Bestimmung derselben, von H. Rose.

Seite 81:

- ⁶²⁾ Rammelsberg: Handwörterbuch d. chemischen Theils d. Mineralogie. pag. 120.

Seite 82:

- ⁶³⁾ Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie. Bd. 86. pag. 465: H. Rose: Über das Verhalten des Wassers gegen Borsäure in borsäuren Salzen. — Bd. 87. pag. 1. Fortsetzung. pag. 470. pag. 587.

Seite 85:

- ⁶³⁾ a. Pansner schreibt von Petersburg, Juli 1814, in Leonhard's Taschenbuch für die gesammte Mineralogie. 1815. pag. 611: „Der Borazit ist vor dem Löthrohre auf der Kohle für sich leicht fliegend, mit apfelgrünem Phosphorscheine stark aufwallend, zu einer strohgelben Kugel schmelzend, die nach dem Erkalten mit spiegelnden Flächen erscheint und die ich, jedoch nur einmal, in einem Dodekaeder deutlich krystallisirt erhielt. Diese mehr oder weniger deutliche Krystalle, die das Ansehen eines Emails haben, einem stärkeren Feuer wieder ausgesetzt, werden zerstört und geben ein weisses, schwammiges Glas.“

Seite 142:

- ⁶³⁾ b. Häuy sagt schon in der ersten Auflage seines Lehrbuches der Mineralogie (deutsch von Karsten und Weiss. Bd. 2. Seite 387), dass er bei seinen Versuchen mit den ersten in seine Hände gelangten Borazitkrystallen bemerkt habe, „dass sie mehrere Punkte hatten, worin verschiedene Elektrizitäten sich befanden. Ich empfand anfangs die Schwierigkeit, die Lage dieser Punkte genau zu bestimmen, theils wegen der Kleinheit der Krystalle, theils weil diese Art von Versuchen an sich selbst schon delikate ist. Indess leitete mich die Vergleichung dieser Krystalle mit den Turmalinen auf die Reflexion, dass in den letzteren nur eine

einzigste Axe ist, welche mit der Axe des Kerns zusammenfällt, und dass mithin in den letzteren nothwendigerweise nur zwei elektrische Pole stattfinden können, welche an beiden Enden dieser Axe liegen, statt dass man beim Würfel, welcher die Kerngestalt der boraxgesäuerten Bittererde ist, vier Axen hat, wo jede durch zwei entgegengesetzte Ecken hindurchgeht, woraus sich ergab, dass hier acht elektrische Pole, zwei für jede Axe, stattfinden mussten. Diese Bemerkung, welche die Erfahrung alsbald bestätigte, veranlasste noch eine andere“ — sie führte den Forscher nämlich erst auf die Beachtung der ungleichen Bildung der Flächen an den beiden Polen jeder Würfelaxe, die ihm bis dahin entgangen war. Noch vollständiger erklärt sich dieser verdiente Meister am Abende seines Lebens in der zweiten Ausgabe seines Lehrbuches (Th. 2. 1822. Seite 62) über den Gang seiner Beobachtung — die Theorie leitete ihn mit glücklichem Erfolge. Aber vielleicht rührte es eben daher, dass er bei dem ersten, der angewandten Theorie genügenden, Ergebnisse, der Auffindung des Hauptgesetzes, befriedigt stehen blieb und mit der Prüfung nicht weiter fortfuhr, als um dieses Gesetz zu konstatiren.

Seite 150:

- 64) a. Edinburgh Journal of Science. Vol. II. pag. 208.
b. Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie. Bd. 2. 1824. pag. 297: Beobachtungen über die in den Mineralien durch Wärme erregte Elektrizität, von Dr. David Brewster.

Seite 154:

- 65) Poggendorff's Annalen. Bd. 72. 1847. pag. 315.
66) Ebendasselbst. Bd. 76. 1849. pag. 144.

Seite 156:

- 67) Ebendasselbst. Bd. 76. 1849. pag. 576.

Seite 157:

- 68) Ebendasselbst. Bd. 77. 1849. pag. 447, und Bd. 78. 1849. pag. 428.
69) Ebendasselbst. Bd. 79. 1850. pag. 233, und Bd. 80. 1850. pag. 481.
70) Ebendasselbst. Bd. 81. 1850. pag. 115, und Bd. 82. 1851. pag. 42.

Seite 158:

- 71) Eine schöne Zusammenstellung der erlangten Resultate über den Magnetismus und Diamagnetismus von Plücker findet man unter dem Titel: Sur le magnétisme et le diamagnétisme par Mr. Plücker in den Annales de chimie et de physique. Troisième série. Vol. 29. 1850. pag. 129 ff.

Seite 166:

- 72) Poggendorff's Annalen. Bd. 75. 1848. pag. 445 ff.
73) Poggendorff's Annalen. Bd. 83. 1851. pag. 289.

Seite 174:

- 74) *) Lehrbuch der Mineralogie von Franz Ambros Reuss. Zweiten Theiles Bd. 2. 1802. pag. 377.

*) Im Texte steht durch einen Irrthum 76).

Seite 178:

74) a. Manross (Annalen der Chemie und Pharmazie von Wöhler, Liebig und Kopp. Bd. 82. pag. 348. Journal für praktische Chemie von Erdmann und Werther. Bd. 58. pag. 55) stellte durch Zusammenschmelzung von wasserfreiem schwefelsaurem Kali mit überschüssigem Chlorkalzium Anhydrit in Krystallen dar. Dieses, an sich ohne Analogie mit den natürlichen Verhältnissen gewählte, Verfahren bietet einen interessanten Fingerzeig dar, indem die Steinsalzlager an schwefelsauren Alkalien, besonders schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) sehr reich zu sein pflegen. Doch darf man hier nicht zu rasch scheinbar sehr handgreiflichen Erklärungen sich zuwenden. Die Verwandtschaftsverhältnisse von Chlor einerseits und Schwefelsäure und Sauerstoff andererseits zu den Metallen der Alkalien und alkalischen Erden sind noch sehr wenig genau ermittelt und wechseln nicht allein innerhalb ziemlich geringer Temperaturunterschiede (im Elton-See bildet sich im Sommer eine Bittersalz-Soole, indem sich Kochsalz ausscheidet, im Winter dagegen entstehen durch Wechselersetzung jener Salze Chlormagnesium und Glaubersalz — Rose's Reise nach dem Ural), sondern besonders auch nach der Gegenwart oder Abwesenheit von Wasser und endlich nach dem Konzentrationsgrade der Lösungen. So beobachtete Leopold v. Buch (Geognost. Beobachtungen auf Reisen etc. Bd. 1. pag. 169) in den Sinkwerken zu Aussee im Österreichischen Salzkammergute eine Wechselsetzung des Gypses und des in vollkommen gesättigter, 11° R. warmer, Lösung befindlichen Kochsalzes, durch welche sich der Lösung ein Glaubersalzgehalt beimischt; bei nicht vollkommen gesättigter Soole erfolgt diese Zersetzung nicht, ja in gewöhnlicher Temperatur und ungesättigter Lösung zersetzen sich Glaubersalz und Chlorkalzium zu Gyps und Kochsalz.

Durch Zusammenschmelzung von borsaurem Natron, Chlorkalzium und schwefelsaurer Magnesia erhielt Manross (bei einem erfolglosen Versuche auf diese Weise Borazit darzustellen) ebenfalls Anhydrit; Chlorkalzium und Bittersalz zersetzen sich in wässriger Solution (bei allen Temperaturen?) analog zu Gyps und Chlormagnesium.

Seite 181:

74) b. Da ich diesen Gegenstand hier nicht einlässlicher verfolgen kann, so begnüge ich mich vorläufig mit den Andeutungen, welche in folgenden Pseudomorphosen sich darbieten, deren Anführung ich die litterarische Nachweisung der bisherigen Mittheilungen über solche beifüge.

1. Polyhalit nach Steinsalz. Blum, Pseudomorphosen d. Mineralreiches, pag. 223. — Haidinger in v. Holger Zeitschrift für Physik etc. Bd. 4. pag. 226. Aussee. Dieses Vorkommen

ist hier ganz besonders bemerkenswerth durch das Auftreten von Quarzkrystallen in diesen Polyhalitpseudomorphosen — wie zu Lüneburg im Gypse.

2. Anhydrit nach Steinsalz. Blum a. a. O. pag. 222. — Haidinger a. a. O. pag. 225. — Haidinger in Poggendorff's Annalen d. Chemie u. Physik. Bd. 71. pag. 255. Hallein. Salzburg.

3. Gyps nach Anhydrit.

4. Gyps nach Steinsalz. Blum a. a. O. pag. 222. Haidinger in v. Holger's Zeitschrift a. a. O. pag. 225; in Poggendorff's Annal. a. a. O. pag. 255. Gössling. Aix. Pirano. Soovar. Theilweise ist dieses Vorkommen innig mit Dolomit (welcher an den Pseudomorphosen theilnimmt) vergesellschaftet. Das Vorkommen ist in Mergel und Kalkstein.

Endlich sei hier auch noch an das Auftreten der Hohlformen von Chlornatriumkrystallen in Gyps- und Kalksteinlagern verschiedener Formationen erinnert.

Seite 183:

74) c. Angenommen auch, das Steinsalz habe unter dem Einflusse der Bergfeuchtigkeit, also in vollgesättigter Lösung und in einer dem Berginnern entsprechenden Temperatur zersetzend auf den Anhydrit einwirken können — analog der unter 74 a.) angeführten Beobachtung Leopold's v. Buch, wo Kochsalz und Gyps zu Aussee sich wechselseitig zersetzen — so dürfte in den Höhlungen, in welchen das Chlornatrium noch so wohlerhalten und für unsre Sinne ganz trocken liegt, doch wohl hie und da wenigstens eine Spur des Glaubersalzes erwartet werden, wovon ich jedoch, allen Suchens ungeachtet, bislang nichts habe entdecken können, während der Hydrophilit sich so häufig in der Umgebung des von Rotheisenrahm bedeckten Steinsalzes vorfindet.

Seite 184:

75) Erdmann's Journal f. prakt. Chemie Bd. 2. 1834. pag. 290: Über das Vorkommen des Salmiaks in einigen Mineralien und im Kochsalze, von A. Vogel in München.

Seite 185:

76) Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenkunde. Bd. 19. pag. 25.

Seite 187:

77) Nachricht von dem in Toskana entdeckten Sedativsalz u. s. w. 1778.

Seite 196:

78) Aus den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften (Heft 3) durch die Güte des hochgeehrten Verfassers mir in besonderem Abdrucke mitgetheilt. — Dieses Beispiel des Vorkommens von Kies in Steinsalz ist nicht das einzige und auch nicht das ältest-bekannte. Leopold v. Buch erwähnt (Geognostische Beobachtungen etc. Bd. 1. pag. 160) des folgenden interessanten Vorkommnisses. In Hallstadt, wo das Salz theils graue, theils rothe, von Eisen

herrührende, mitunter auch himmelblaue Farbe besitzt, ist das himmelblaue Salz durch Kupfer gefärbt, aber in welcher chemischen Verbindung? In Hallstadt, wo nur allein das blaue Salz vorkommt, ist Kupferkies und Schwefelkies öfter in Haselgebirge eingesprengt. Dieses Beispiel nähert sich noch mehr den Verhältnissen, welche vermuthlich auf den Borazitlagerstätten in einem früheren Stadium ihrer Metamorphose stattfanden.

Seite 197:

- 79) Schweigger's Journal für Chemie u. Physik. Bd. 15. 1815. pag. 491: Vermischte Bemerkungen von Prof. Gmelin in Heidelberg aus einem Briefe vom 11. Dec. 1814.

Seite 200:

- 79) a. Vermuthlich befanden sich in dem Kalksteinlager, aus dessen Umwandlung wohl die Hauptmassen der Gypsstöcke der Borazitlagerstätten entstanden sind, theils eingesprengte Nester, theils Zwischenlagen von Steinsalz. Gegenwärtig sind wir freilich nicht im Stande, die Anhydrit- und Gypsmassen, welche in Räume, die früher von Steinsalz eingenommen waren, eingewandert sind, von jenen zu unterscheiden, welche unmittelbar an der Stelle des Kalksteines verblieben sind. Der Entwicklungsprozess beider war auch wohl nur in der äusseren Form, nicht im Wesen ein verschiedener.

Seite 201:

- 80) Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler u. Liebig. Bd. 68. pag. 122. Erdmann's Journal f. prakt. Chemie. Bd. 46. pag. 410: Über eine neue Verbindung von Borsäure mit Natron und die wahrscheinliche Bildungsweise der natürlichen Borsäure, von Pompejus Bolley.

Seite 202:

- 81) Annales de chimie et de physique. Troisième série. Vol. 29. 1850. pag. 159.
82) Poggendorff's Annalen. Bd. 77. 1849. pag. 536.

Seite 204:

- 83) Erdmann's Journal f. prakt. Chemie. Bd. 43. pag. 412 (Auszug aus Suckow's Lehre von der Verwitterung im Mineralreiche. 1848. Vom Verfasser).

Seite 205:

- 84) Poggendorff's Annalen. Bd. 59. pag. 381.
85) Ebendasselbst. Bd. 80. pag. 282. 283.

Seite 208:

- 86) Lehrbuch der Mineralogie von Beudant, deutsch von K. Hartmann. 1826. pag. 353.

Seite 213:

- 87) a. Du Menil: Chemische Forschungen. pag. 31.
b. Rammelsberg: Poggend. Annal. Bd. 80. pag. 283.
c. Weber: Poggend. Annal. Bd. 80. pag. 283.

d. Stromeyer: Gilbert's Annalen. Bd. 48. pag. 215.

e. Pfaff: Schweigger's Journal. Bd. 8. pag. 131.

Seite 216:

88) Poggend. Annal. Bd. 49. pag. 457.

89) Ebendasselbst. Bd. 28. pag. 525: Über borsäure Talkerde, von Wöhler.

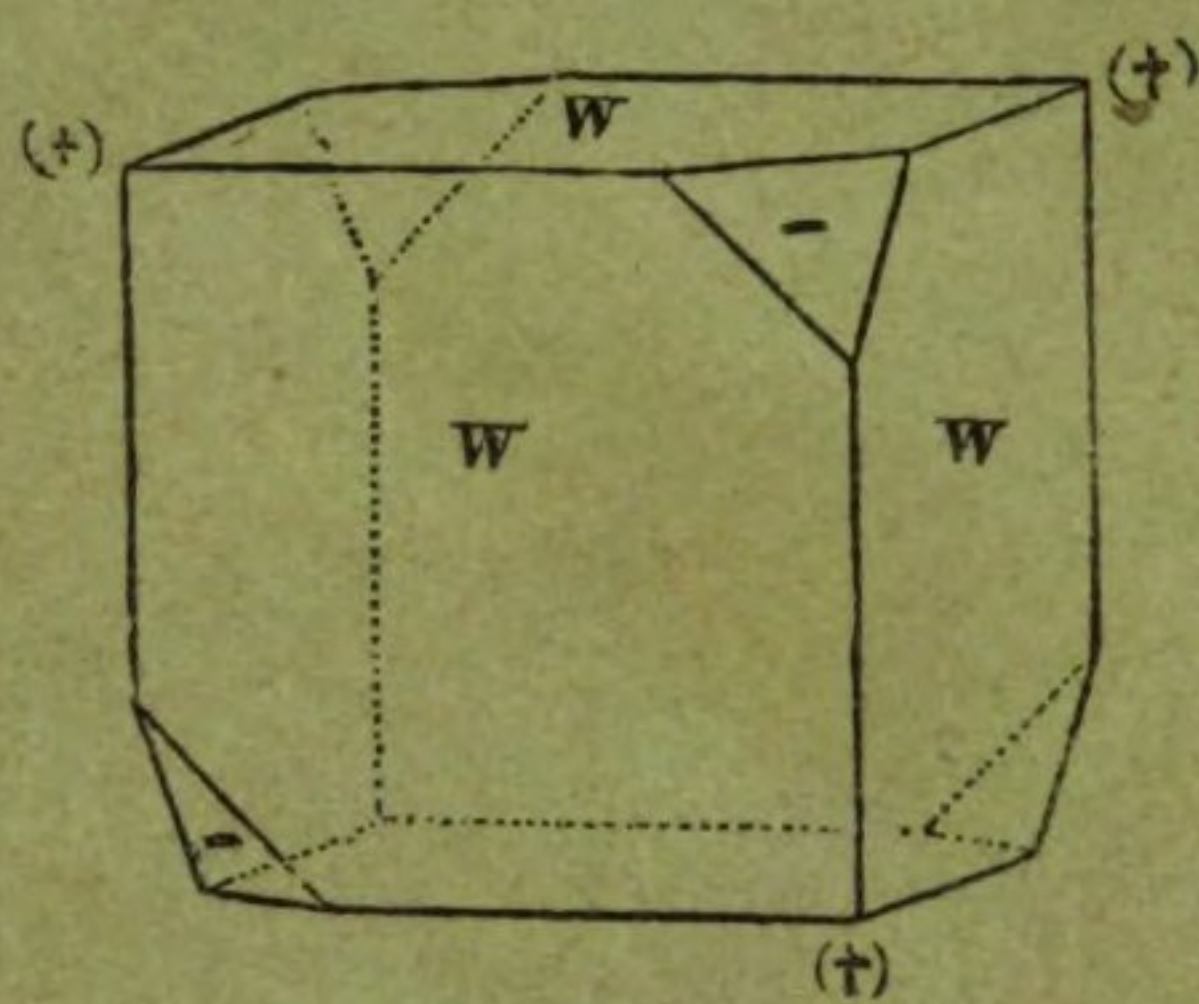
Seite 229:

89) a. Sind die Parasitkrystalle wirklich pyroelektrisch, so ist es von Interesse, sich zu erinnern, dass auch der Turmalin und der Axinit, beide borsäurehaltig, pyroelektrisch sind. Diese Analogie des Verhaltens borsäurehaltiger Mineralien gewinnt eine um so höhere Bedeutung durch die von mir in neuester Zeit gemachte (bis jetzt noch nicht veröffentlichte) Beobachtung, dass die Zinkvitriolkrystalle (obendrein bei sehr merkwürdigem Dimorphismus) hemimorph (und pyroelektrisch?) sind, wie die Kieselzinkkrystalle. Auch das Bittersalz verhält sich ebenso und nach Werther ist die schwefligsaure Magnesia ebenfalls hemimorph.

Seite 230:

90) Ein Seitenstück zu der Parasitbildung hat, nachdem das Manuskript meiner Monographie des Borazites sich bereits in den Händen des naturwissenschaftlichen Vereines zu Lüneburg befand, H. de Sénarmont bekannt gemacht. Annales de chimie et de physique. Troisième série. Vol. 41. Mai. 1854. pag. 63. Ich theile dasselbe hier mit, weil mir die Vergleichung grosses Interesse darzubieten scheint.

Sénarmont beobachtete, dass manche der bekannten, aus einer Anzahl von plättligen Schärflingen (mit dem basischen Pinakoid geendigten rhombischen Prismen) zusammengesetzten Aragonitkrystalle theils von Molina theils von Bastennes eine mit ihrer Krystallisation nicht zusammenhängende faserige Struktur besitzen. „Parallele Fasern von ungleicher Ausbildung, durch feine und unregelmässige leere Röhrchen von einander getrennt, sind bündelweise gruppiert, die einen normal zu den beiden hexagonalen Basen, die anderen normal zu den sechs vertikalen Flächen der Prismen, in der Art, dass beim Zerschneiden eines solchen Krystalls diese Bündel sich trennen und in grober Form acht mit den Gipfeln im Mittelpunkte des Krystalls zusammentreffende Pyramiden darstellen. — — Die optischen Charaktere beweisen, dass alle diese Fasern ihre krystallographischen Hauptaxen parallel haben, die horizontalen, wie die vertikalen. Die rhomboidalen Prismen, welche diese Fasergruppen darstellen, sind also nicht hervorgebracht durch eine Umkehrung, sondern diese Struktur beruht auf irgend einem anderen Grunde, dessen Ermittlung nicht leicht ist. Ich weiss nicht, wie weit dieselbe mit folgenden Verhältnissen zusammenhangt. Lässt man auf diese Aragonite ein Gemenge von Wasser, Alkohol und Essigsäure sehr langsam einwirken, so gelangt man nach mehreren Monaten dahin, die ganze Masse abzusondern und die krystallinischen



Druck von August Grimpe in Hannover.

F.X. BEER
k. Hofbuchbind
MÜNCHEN.
Ledererstr. 25

F.X. BEER
k. Hofbuchbinde
MÜNCHEN.
Ledererstr. 25

Volger, G. H. Otto

Versuch einer Monographie des Borazites eine fassliche angewandte
Darstellung des jetzigen Standes der Krystallogie und ihrer neuesten
Richtung

Hannover 1855

Lith. 431 uh

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10284817-2